XA
.R483

Per. 4
Vol. 1
1896

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA SALUTE POPULIQUE
1891

LIBRARY

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

Genève. — Impr. Rey & Malavallon, Pélisserie, 18
précédemment Aubert-Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT ET UNIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME PREMIER

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18.

LAUSANNE
G. BRIDEL ET Cie
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1896

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

QA
.R483
Ser.4
Vol.1
1896

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

NOTRE CENTENAIRE

Avec l'année 1896 la *Bibliothèque Universelle* dont les *Archives des Sciences physiques et naturelles* constituent la partie scientifique entre dans le second siècle de son existence. Pour rappeler en quelques mots les circonstances au milieu desquelles fut fondée cette Revue maintenant séculaire nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ici les premières lignes du prospectus placé au commencement d'une série nouvelle, inaugurée en janvier 1836.

« Il y a aujourd'hui un peu plus de *cent*[1] ans que trois amis se réunirent pour essayer de fonder à Genève un journal scientifique et littéraire. C'était à la fin de l'année 1795; l'époque semblait peu favorable; les guerres et les révolutions dont l'Europe était alors le théâtre, paraissaient présenter des obstacles presque insurmontables au succès d'une pareille entreprise. Néanmoins, MM. M.-A. Pictet, Ch. Pictet et Maurice[2] persistèrent et firent paraître, au

Nous nous bornons à adapter ce chiffre à l'époque actuelle. — (*Réd.*)

[2] Il est intéressant de constater que, par un singulier hasard que nous n'avons point cherché, les premiers auteurs cités dans la livraison que nous donnons aujourd'hui au public scientifique sont précisément ceux dont nous rappelons ici les noms avec respect. C'est un hommage rendu, à un siècle de distance, par un savant étranger à la portée de leurs recherches originales, venant se joindre à celui que nous nous plaisons à rendre aujourd'hui à leur œuvre comme fondateurs d'une des plus anciennes revues périodiques de l'Europe. — (*Réd.*)

AUG 7 - 1923

mois de janvier 1796, le premier numéro de la *Bibliothèque Britannique*. Ils s'adjoignirent bientôt comme collaborateurs MM. Pierre Prevost, Louis Odier et Gaspard de la Rive, et trouvèrent aussi une utile coopération chez quelques autres savants, leurs compatriotes établis, soit à Genève, soit à l'étranger. Nous ne rappellerons point les services que la *Bibliothèque Britannique* a rendus aux Sciences et aux Lettres pendant les vingt années de son existence, alors qu'elle était le seul moyen de faire connaître sur le continent les productions littéraires et scientifiques de l'Angleterre. La réputation dont elle jouissait, l'autorité qu'elle exerçait, la reproduction de la plupart de ses articles dans les journaux français, sont des faits trop bien connus et trop significatifs pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

« Le retour de la paix et la facilité qui en résulta dans les communications de peuple à peuple, engagèrent en 1816 les trois fondateurs de la *Bibliothèque Britannique* à étendre le cadre de leur journal, tout en conservant le même plan dans sa rédaction. La *Bibliothèque Universelle* succéda alors à la *Bibliothèque Britannique*; de nouveaux collaborateurs vinrent successivement se joindre à ceux qui avaient créé et soutenu le journal sous sa première forme ; ils se chargèrent de le continuer quand la mort vint frapper ses trois premiers fondateurs. »

Jusqu'à la fin de 1835 la *Bibliothèque Britannique* devenue en 1816 la *Bibliothèque Universelle* avait paru en deux parties distinctes : l'une affectée spécialement à la littérature, l'autre aux sciences, arts et agriculture. Ce plan fut alors modifié par la rédaction et de 1836 à 1845 la Revue embrassa en une seule livraison mensuelle l'ensemble des connaissances humaines, n'excluant que

les articles par trop spéciaux qui étaient considérés comme devant être réservés aux Mémoires des Sociétés savantes. Ce régime toutefois ne dura que dix ans.

En 1841, Auguste de la Rive le savant physicien genevois, sentant le besoin d'un organe spécial pour répandre dans le public scientifique les idées nouvelles sur l'électricité et ouvrir un champ libre à la discussion alors très vive entre les partisans de la théorie du contact et ceux de la théorie chimique de la pile dont il était un des plus illustres représentants, fonda les *Archives de l'électricité*. Il les publia pendant cinq ans de 1841 à 1845.

Mais quand son but eut été atteint par le triomphe des idées dont il s'était constitué le défenseur, il désira élargir son programme. Reprenant le plan primitif des fondateurs de notre Revue il s'adjoignit quelques amis pour fonder en janvier 1846, comme supplément à la *Bibliothèque Universelle* et comme partie scientifique, de nouveau complètement distincte, les *Archives des Sciences physiques et naturelles*.

La Revue spéciale de science pure créée sous ce titre il y a maintenant un demi-siècle par de la Rive et ses amis comme partie scientifique de la *Bibliothèque Universelle* a paru constamment dès lors suivant le même plan et par les soins d'un comité de savants genevois qui a compté successivement dans son sein à côté de son fondateur des A. de Candolle, des Marignac, des Plantamour, des A. Favre, des F.-J. Pictet, des Soret et d'autres. Elle s'est acquis, nous aimons à le croire, et elle a conservé un rang honorable et utile dans le champ toujours plus vaste de la littérature scientifique.

Le développement si remarquable qu'ont pris à notre époque les différentes branches des connaissances hu-

maines, la multiplicité et la spécialisation chaque jour plus grande des revues scientifiques en tous pays rendent la tâche et la concurrence bien plus difficiles. Mais cette concurrence, la rédaction actuelle des *Archives* espère continuer à la soutenir victorieusement, décidée qu'elle est à faire tous ses efforts pour conserver dans l'avenir cette faveur du public scientifique qui a été pour elle un si grand encouragement jusqu'ici.

Elle n'a pas cru devoir modifier le programme que lui ont légué ses devanciers, ni le limiter à telle ou telle branche spéciale. Dans sa modeste sphère, elle s'efforcera de servir aussi largement que possible la cause de la science, accueillant avec empressement les travaux des savants étrangers et leur offrant la publicité la plus rapide possible, tout en restant avant tout l'organe des naturalistes suisses et des sociétés savantes de notre petit pays.

En entrant dans le second siècle de son existence, la *Bibliothèque Universelle* inaugure une nouvelle série; ce sera la quatrième des *Archives*. Au début de cette nouvelle période de notre publication nous faisons un chaleureux appel à tous les amis de la science, leur demandant de nous continuer leur faveur et leur appui, qui nous sont si précieux et même si indispensables.

Genève, le 15 janvier 1896.

La Direction des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*

SUR LA
MARCHE COMPARATIVE DES TEMPÉRATURES
DANS
LE BOULEAU, LE SAPIN ET LE PIN

PAR

W. LOUGUININE

(Avec planches I, II et III.)

L'étude de la marche des températures dans les arbres a occupé beaucoup de savants qui les ont observées simultanément avec celle de l'air et du sol, c'est-à-dire des deux facteurs principaux dont elles dépendent.

La première étude complète sur cette question a été faite en 1796-1800 par Pictet et Maurice[1], dont les recherches ont surtout porté sur la comparaison de la température dans les arbres avec celle de l'air ambiant. Plus tard, Rameau a étudié en détail la marche de la température dans les différentes parties d'un même arbre; il a également suivi la marche comparative de la température dans les arbres de même espèce et de même dimension. Enfin, Bravais et Thomas ont étudié l'influence des températures très basses sur une essence spéciale, le pin, et indiqué celles auxquelles cet arbre peut encore résister.

Les recherches les plus complètes sur cette question

[1] *Bibliothèque britannique*, t. I à V, Agriculture; voir aussi l'exposé que Becquerel fait des recherches de ces deux auteurs à propos des siennes propres, *C. R. Acad. des Sc.*, 1859, t. XLVIII, p. 765.

ont été faites par Ant. Becquerel, qui a surtout étudié la marche de la température dans un arbre comparativement à celle de l'atmosphère et du sol, mais en se servant d'instruments très perfectionnés.

Tel était l'état de nos connaissances sur cette question quand j'ai entrepris des recherches se rapportant au même sujet.

Le but que j'avais en vue différait du reste de celui de mes prédécesseurs.

J'ai cru pouvoir regarder comme à peu près éclaircie la question de la marche de la température dans les arbres, comparativement à celle de l'air, ainsi que celle dans différentes parties d'un même arbre, et j'ai abordé l'étude d'un problème d'un ordre absolument différent, celle des divergences qu'elle devait présenter dans des arbres de différentes essences, mais ayant les mêmes dimensions et se trouvant placés, autant que possible, dans des conditions identiques par rapport au sol et à la lumière.

Ces recherches ayant été entreprises dans une contrée très boisée du nord-est de la Russie dont le climat est rigoureux, je n'avais le choix qu'entre un petit nombre d'essences forestières et je me suis arrêté à l'étude comparative de la marche des températures dans le bouleau et le sapin.

Cette première série de recherches a été suivie d'une seconde qui avait pour but la comparaison des températures dans le bouleau et le pin.

En entreprenant la première de ces études, je me suis laissé guider par les considérations suivantes : j'ai supposé que les températures dans le sapin devaient être généralement supérieures à celles dans le bouleau, du moins durant la période de végétation, et que la diffé-

rence entre les températures dans les deux arbres devait être d'autant plus grande que celle de l'air était plus élevée. Les principales raisons sur lesquelles je basais cette supposition étaient de deux espèces.

1. Le tronc du bouleau étant recouvert d'une écorce blanche et lisse, devait perdre par rayonnement beaucoup plus de chaleur que celui du sapin dont l'écorce est rugueuse et de couleur sombre.

2. Le feuillage du bouleau devait présenter, à mon avis, une surface d'évaporation infiniment plus grande que les aiguilles couvrant le pin.

Il me semblait également, quoique des expériences précises à ce sujet manquent encore, que la masse même du bois du bouleau devait contenir, durant la période de végétation, plus de liquide et être par conséquent plus mauvais conducteur de la chaleur, que le bois du sapin dans les mêmes conditions. Quant à l'influence de la température du sol, je croyais pouvoir l'admettre comme à peu près la même pour les arbres des deux essences que je me proposais de comparer, car l'un et l'autre ont des racines traçantes, pénétrant à peu de profondeur dans le sol et en tirant des sucs ayant par conséquent une température très voisine: ceci du reste n'est pas absolument exact, et il faut remarquer que les racines du bouleau pénètrent plus profondément dans le sol que les racines du sapin.

Dans la seconde série d'observations, qui avait pour but l'étude comparative du bouleau et du pin, j'ai cru intéressant d'observer, en dehors des facteurs déjà indiqués, encore un autre, l'influence que devait avoir la température des couches plus profondes du sol dans lesquelles pénètrent les racines du pin et d'où il tire ses sucs.

J'ai supposé à priori que la température du pin durant les mois d'été, et surtout pendant la période des grandes chaleurs, devait être supérieure à celle du bouleau; mais je m'attendais à trouver, dans ce second cas, de moins grandes différences que celles entre le bouleau et le sapin, car je devais prévoir qu'il se produirait un certain abaissement de la température dans le pin sous l'influence des sucs pénétrant dans cet arbre en partant des couches profondes du sol moins échauffées durant l'été par le soleil que les couches supérieures d'où le bouleau retire surtout ses sucs.

J'ai contrôlé les suppositions qui viennent d'être énoncées par une série ininterrompue d'observations qui ont duré depuis le mois d'avril 1889 jusqu'en décembre 1892.

Ces recherches ont été faites dans le parc de ma propriété de Rojedestvensköe, située dans le Gouvernement de Kostroma, district de Wetlouga, sous le 58°,9 de longitude septentrionale et 45°,36 de latitude orientale à 138 m. au-dessus du niveau de la mer.

Une station météorologique fonctionne dans ma propriété depuis plus de 15 ans, elle est munie d'instruments vérifiés à l'observatoire météorologique central de St-Pétersbourg auquel elle communique mensuellement les résultats de ses observations qui sont publiées chaque année. En dehors des observations faites habituellement dans les stations météorologiques de 3me classe, on a exécuté à Rojedestvensköe depuis plus de 10 ans des observations sur la température du sol, au moyen de 4 thermomètres établis dans une caisse Lhomon et pénétrant dans le sol à des profondeurs variant de 35 cm. à 100 cm.

Les arbres, sur lesquels ces recherches ont été faites, se

trouvaient dans deux parties différentes du parc; le bouleau et le sapin étaient distants l'un de l'autre de 3,97 m. Ces arbres croissaient sur un sol glaiseux, les arbres, ainsi que les thermomètres qui y étaient fixés, se trouvaient exposés, durant une partie de la journée seulement, à l'effet direct des rayons solaires.

Les dimensions du bouleau et du sapin étaient à peu près identiques, les diamètres des troncs à une hauteur de 116 cm. du sol étaient de 30 cm. pour l'un et pour l'autre de ces arbres. Les arbres du second groupe étaient plus éloignés l'un de l'autre (à 8 m.); ils croissaient sur un sol sablonneux, leur dimension était très voisine de celle des arbres du premier groupe.

Le pin et le bouleau, choisis pour cette seconde série de recherches, se trouvaient placés au milieu d'un bosquet d'arbres qui les garantissait contre l'action directe des rayons solaires.

Comme on le voit, d'après cette description sommaire, les arbres des deux groupes se trouvaient placés dans des conditions absolument différentes, tandis que les arbres de chacun des groupes au contraire se trouvaient dans des conditions à peu près identiques.

Je dois à l'obligeance du professeur Wollny, les thermomètres qui ont servi à ces recherches, il a pris la peine de les commander à Munich chez le constructeur Greyner, d'après le type employé à des mesures de température dans les arbres en Suisse et en Bavière. Plus tard, je me suis également servi de thermomètres commandés à Paris, chez l'habile constructeur Baudin. Je ne me suis servi dans ces recherches que de thermomètres à mercure; ces thermomètres étaient coudés et recourbés à angle droit; la partie la moins longue, terminée par le réservoir,

était introduite horizontalement dans le tronc de l'arbre, la tige verticale se trouvait ainsi parallèle au tronc; cette tige portait l'échelle des températures; les divisions descendaient à 25° centigrades au-dessous de 0°. Du reste, il eut été désirable d'avoir, pour des observations faites en Russie, des divisions descendant plus bas encore, car dans le courant de mes observations, la température dans les arbres est descendue au-dessous de — 25° centigrades, ce qui a amené une interruption de quelques jours dans les observations. Les thermomètres, que j'ai obtenus grâce à l'entremise du professeur Wollny, étaient du type généralement admis en Allemagne, c'est-à-dire qu'ils étaient munis d'une échelle gravée sur une bande de verre blanc, indépendante du tube capillaire et fixée immédiatement derrière lui; le tout étant entouré d'un tube en verre assez large, soudé d'un côté au réservoir du thermomètre et fixé à son bout supérieur par une monture de laiton. Quant aux thermomètres commandés chez Baudin ils étaient construits d'après le modèle généralement admis en France, c'est-à-dire que le réservoir était soudé à une tige de verre à canal capillaire; cette tige était composée d'une bande de verre blanc opaque formant un tout avec la masse du verre transparent. Les divisions de ces thermomètres étaient directement gravées sur les tiges et facilement visibles, vu la bande blanche entrant dans la composition des tubes. Le point 0° de tous ces thermomètres a été soigneusement déterminé et de plus ils ont été comparés à un thermomètre normal aux températures de — 10°, + 10°, + 20°.

Les thermomètres étaient fixés dans les arbres, de manière à être dirigés vers le nord, direction qui a été

soigneusement déterminée pour chacun des instruments. Ils étaient fixés dans les arbres de la manière suivante :

Perpendiculairement à l'axe du tronc on forait un canal horizontal d'un diamètre à peu près double de celui du thermomètre; dans le voisinage de l'écorce ce canal était élargi et présentait l'aspect d'une chambre cylindrique dont le diamètre était de 35 mm. et la profondeur de 50 mm. ; lors de la fixation du thermomètre, ce vide était hermétiquement rempli par un bouchon de liège soigneusement choisi; la partie horizontale de la tige du thermomètre, qui plongeait dans le canal, était entourée de ouate remplissant tout l'espace vide; cette précaution était indispensable, car chaque fois que l'on introduisait le thermomètre à frottement dans le tronc de l'arbre, il était immanquablement brisé pendant les grands froids de l'hiver qui amenaient un rétrécissement de la masse ligneuse. A l'extérieur, du côté de l'écorce, le thermomètre était fixé dans le gros bouchon de liège qui remplissait complètement la partie élargie du canal dans lequel il était introduit à coups de maillet de manière à affleurer à l'écorce de l'arbre. La surface extérieure du bouchon était soigneusement enduite de mastic (mastic de vitre ordinaire) qui recouvrait les lignes de contact entre le bouchon, le tronc et la tige du thermomètre. Pour préserver les thermomètres des mottes de neige qui pouvaient les atteindre en tombant de la cime des arbres, j'avais établi au-dessus d'eux une planchette inclinée. Tous les thermomètres étaient fixés dans les arbres, à une hauteur de 116 cm. à partir du sol; les réservoirs des instruments étaient enfoncés dans les troncs à une profondeur de 10 cm. à partir de l'écorce. Dans les expériences comparatives faites en étudiant le bouleau et le sapin, les

thermomètres ont été observés durant la période de végétation, c'est-à-dire du 1er avril au 1er novembre, trois fois par jour, à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir.

A partir du 1er novembre, c'est-à-dire durant la période d'arrêt de la végétation, jusqu'au 1er avril, ils n'ont été observés qu'une fois par jour, à 1 h. Les observations comparatives du bouleau et du pin n'ont été faites qu'une fois par jour, à 1 h. Les lectures du thermomètre se faisaient à la loupe et l'observateur pouvait facilement déterminer les dixièmes de degrés. Entre le bouleau et le sapin d'un côté, le bouleau et le pin de l'autre, j'avais fait suspendre, à égale distance des arbres observés, des thermomètres servant à indiquer les températures de l'air ambiant.

Les observations de la première série ont été commencées le 1er avril 1889 et continuées jusqu'au 31 décembre 1891 ; elles comprennent par conséquent deux périodes de végétation et un hiver et demi. J'ai calculé, à l'aide du journal de ces observations, les moyennes pour chaque semaine et c'est à l'aide de ces moyennes que j'ai tracé les courbes qui expriment les résultats de mes recherches.

Les courbes de la planche I donnent les résultats de la comparaison de la marche de la température dans le sapin et le bouleau, et la planche II la comparaison dans le pin et le bouleau.

En vue du résultat à atteindre, j'ai préféré tracer, non les courbes des températures elles-mêmes, mais celles indiquant les différences entre les températures du pin et du sapin d'un côté et du bouleau de l'autre, ces dernières étant représentées par une ligne droite (la ligne des 0). Je me suis arrêté à ce type de représentation, car les ob-

servations avaient justement pour but d'indiquer les différences entre la marche des températures dans les conifères et le bouleau. Au bas des tables sont indiqués les numéros des semaines (à partir du 1er de l'an) auxquels correspondent les différents points des courbes. A la partie supérieure des tables sont inscrites les températures de l'air correspondant aux mêmes semaines de l'année; ces températures se rapportent à 1 h. de la journée.

En analysant les courbes (Pl. I) correspondant aux années 1889-1890, l'attention est d'abord attirée par les grandes différences entre les températures du sapin et du bouleau observées durant les mois d'été, c'est-à-dire mai, juin, juillet, août des années 1889 et 1890. Durant la 22me semaine de l'année 1889 la température du sapin dépasse celle du bouleau de 6°,9 (obs. à 1 h.) la température de l'air extérieur étant = 2°,5.

La courbe indiquant les excédents de température du sapin comparé au bouleau durant l'été 1879 est extrêmement irrégulière; néanmoins les anomalies apparentes qu'elle représente peuvent être, jusqu'à un certain point, expliquées, car elles correspondent aux variations brusques de la température de l'air, qui se sont produites durant cet été. Ainsi, lors de la 19me semaine de cette année, la température du sapin a été supérieure à celle du bouleau de 2°,8 à 9 h. du soir, la température de l'air étant = 20°,0. A la 20me semaine correspond, pour la même heure, un abaissement très net de la courbe et la température du sapin n'est plus (9 h. s.) supérieure à celle du bouleau que de 1°,6, mais à cette chute de la courbe correspond un abaissement de l'air extérieur descendant de 20° à 9°,7.

Un abaissement encore plus accentué de la courbe

correspond à la 23me semaine de la même année, la température du sapin descendant même au-dessous de celle du bouleau de 0°,2 de degrés (9 h. s.) mais à cet abaissement correspond une diminution de la température de l'air depuis 25° à 8°. Un troisième point de la courbe indiquant un excédent de la température du sapin sur celle du bouleau = 3°,3 (9 h. s.) correspond la température de 20°,40 de l'air. Immédiatement après la courbe tombe jusqu'à 0°,5 (9 h. s.), la température de l'air s'abaissant depuis 20°,4 à 12°,8. En continuant l'étude de la courbe nous voyons (27me semaine) que la température de l'air étant = à 20°,6, la température du sapin dépasse celle du bouleau de 2°,8 (9 h. s.).

Deux semaines après, la température de l'air étant tombée à 18°,8 l'excédent de température du sapin sur le bouleau n'est plus que de 1°,8 (9 h. s.); enfin la température de l'air étant = 25°,1 (30me semaine), la température du sapin dépasse celle du bouleau de 3°,6 (9 h. s.).

Durant l'été de 1890 la marche de la température a été beaucoup plus régulière que l'été précédent; aussi la courbe des excédents de température du sapin comparé au bouleau présente-t-elle beaucoup moins d'anomalies. Elle nous indique également une corrélation entre les températures de l'air et les excédents de température du sapin comparé au bouleau. Ainsi pour la 22me semaine de 1890 nous trouvons un excédent de température du sapin comparé au bouleau atteignant 4°,9 (9 h. s.) la température de l'air étant = 22°,6; à un abaissement de la température de l'air tombant à 19° correspond une diminution de l'excédent de la température du sapin qui n'est plus que de 2°,9 (9 h. s.). L'air s'échauffant

jusqu'à la température à 26°,8 l'excédent atteint 5°,6 (28me semaine).

Cette étude des courbes, indiquant les excédents de la température du sapin comparé à celle du bouleau, confirme comme on le voit les suppositions qui m'ont amené à entreprendre ces recherches. Il faut observer néanmoins que les excédents de température du sapin comparé au bouleau ne sont pas absolument proportionnels aux températures de l'air; il est évident que d'autres facteurs influent également sur la valeur de ces excédents ; nous pouvons en citer quelques-uns, dont l'effet ne peut être mis en doute; l'état hygroscopique de l'air par exemple dont dépend la plus ou moins grande évaporation par le feuillage, évaporation qui est un des facteurs de la température régnant dans le tronc de l'arbre. Une autre cause, dont l'influence ne peut être négligée, est le plus ou moins grand degré d'humidité du sol, dont dépend jusqu'à un certain point la température des sucs aspirés par les racines.

Une certaine influence doit être attribuée également au caractère différent des masses ligneuses composant le bouleau et le sapin, ainsi que des sucs qui remplissent les cellules du bois durant la période de végétation; ces différences doivent influer sur les chaleurs spécifiques et les conductibilités pour la chaleur du bouleau et du sapin et ces deux facteurs physiques agissent puissamment sur la marche des températures dans les deux arbres que nous venons de comparer. Les réactions chimiques qui se produisent dans les sucs du bouleau et du sapin doivent probablement être différentes, et être accompagnées d'effets thermiques, qui ne sont pas les mêmes pour les deux arbres. Cette cause ne doit également pas être négligée. Néanmoins le facteur principal paraît être celui qui

a été indiqué au début de ce mémoire, c'est ce qui découle du moins, de l'étude des courbes de la planche I.

Durant les mois d'hiver les températures du bouleau et du sapin sont à peu près égales, ce qui semble confirmer la supposition exprimée plus haut, que les différences dans la température des deux arbres dépendent surtout des phénomènes qui se produisent durant la période de la végétation, par exemple de l'évaporation du feuillage, de la quantité des sucs contenus dans la masse ligneuse des deux différentes essences et des réactions chimiques qui s'y produisent.

La comparaison de la marche de la température dans le pin et dans le bouleau a été faite sur deux arbres croissant à une distance d'à peu près 150 m. du bouleau et du sapin ayant servi aux premières observations; nous avons donné du reste, plus haut, des indications sur les deux arbres choisis dans ce but.

Dans cette étude, il s'est présenté des circonstances avec lesquelles on n'avait pas eu à compter dans les observations faites sur le sapin et le bouleau. La plupart des racines du bouleau (à l'exception d'une partie centrale assez peu développée qui est pivotante) ne pénètrent qu'à peu de profondeur dans le sol; quant aux racines du sapin elles sont traçantes et s'enfoncent à peu près à la même profondeur que la majeure partie de celles du bouleau. On peut donc sans erreur appréciable, affirmer que ces deux arbres puisent dans le sol des sucs ayant à peu près la même température.

Il n'en est plus de même pour le bouleau et le pin. Les racines du premier de ces arbres puisent les sucs surtout dans les couches superficielles du sol, tandis que les racines pivotantes du pin les retirent des couches

beaucoup plus profondes dont la température varie infiniment moins que celles des couches supérieures. La température de ces sucs est généralement plus basse durant l'été que celle des sucs provenant des couches supérieures qui montent dans le bouleau, et la marche des températures dans le pin doit en général montrer un certain retard comparativement à celle du bouleau et à la température ambiante. Un nouveau facteur se trouve ainsi introduit dans l'étude de la marche comparative des températures du bouleau et du pin, et il faut en tenir compte dans l'interprétation des courbes exprimant les observations.

L'étude comparative du pin et du bouleau a été faite durant deux années complètes; commencée le 1er janvier 1891 elle n'a été terminée que le 1er janvier 1893. Comme dans l'étude précédente, j'ai calculé, à l'aide du journal des expériences quotidiennes, les moyennes correspondant à chaque semaine et ce sont ces moyennes qui ont servi à tracer les courbes représentées sur la planche II.

Dans cette étude je me suis également proposé de déterminer les différences entre les températures du bouleau et du conifère et non les marches des températures dans l'un et l'autre de ces arbres, c'est pourquoi les courbes ont été tracées de la même manière que celles de la planche I, c'est-à-dire en représentant la marche des températures dans le bouleau par la ligne des zéros, les ordonnées de la courbe indiquant les différences entre les températures du pin et du bouleau correspondant aux différentes semaines indiquées au bas de la planche II.

Les températures correspondantes de l'air extérieur sont indiquées au-dessus des deux courbes représentant les observations de 1891 et 1892.

En étudiant ces courbes on voit qu'elles diffèrent notablement de celles représentées sur la planche I et présentent certaines particularités dont quelques-unes seulement peuvent il me semble être expliquées, mais dont plusieurs restent obscures, du moins pour moi.

En étudiant la courbe des excédents de température à partir de janvier 1891, nous voyons que durant les premiers mois de l'hiver, janvier et février, les températures dans le pin sont supérieures à celles du bouleau. l'excédent atteint lors de la 4me semaine de l'année, c'est-à-dire dans les derniers jours de janvier, 1°,6.

Le même phénomène se produit à la même époque en 1892 quoique d'une manière moins accentuée ; la température du pin dépassant celle du bouleau de 0°.7, cette coïncidence ne peut du reste qu'être accidentelle. Ces excédents de température du pin, comparativement au bouleau, correspondent à des températures de l'air égales en 1891 à — 21°,2 et en 1892 à — 29°,4.

Un coup d'œil général, jeté sur les courbes, fait voir que lors des grands froids de l'année, les températures dans l'intérieur du pin sont supérieures à celles observées dans le bouleau. Je crois pouvoir attribuer ce fait à la disposition différente des racines des deux arbres. Les racines pivotantes du pin pénètrent dans des couches relativement profondes du sol, dont la température est plus élevée que celle des couches supérieures, dans lesquelles se développent la plus grande partie des racines du bouleau. Il faut probablement attribuer à cette cause le fait que j'ai observé ; malgré la mauvaise conductibilité des masses ligneuses, la température plus élevée des couches du sol dans lesquelles pénètrent les racines du pin, doit se transmettre à la masse entière de l'arbre.

En continuant l'étude des courbes du pin nous voyons un fait qui se répète lors des observations de l'une et de l'autre année; ces courbes s'infléchissent brusquement et descendent considérablement au-dessous de la ligne des zéros représentant la température dans le bouleau. Ces inflexions correspondent en 1891 à la 13me et 16me semaine de l'année; en 1892 aux 14, 17, 18 et 19me semaines de l'année. En 1891, la courbe descend brusquement à 2°,2, et 2°,4 au-dessous de la ligne des zéros, les températures ambiantes étant = + 1°,8, + 2°,8. En 1892, la courbe descend encore plus bas à 2°,6, 2°,8 et 2°,3 au-dessous de la ligne des 0, les températures ambiantes étant = — 2°,8, + 12°,2, + 18°,2, et + 19,2°.

Peut-être doit-on attribuer ces inflexions des courbes à ce fait qu'elles correspondent à une époque de l'année durant laquelle, la température de l'air s'étant adoucie, les couches supérieures du sol sont déjà échauffées, sans que la chaleur ait eu le temps de pénétrer dans les couches plus profondes du sol dans lesquelles sont disposées les racines du pin. Néanmoins, si l'on peut à la rigueur attribuer à cette cause les abaissements de la courbe qui viennent d'être indiqués, il reste à trouver la raison des relèvements de la courbe qui correspondent à la 14me semaine 1891 et aux 16me et 18me semaines de 1892.

Il faut admettre que les différences entre les températures du sol à différentes profondeurs ne sont pas seules à influer sur la marche de la température dans les arbres.

L'échauffement direct des troncs des deux arbres doit également avoir une influence sur le caractère de la courbe et, comme les observations comparatives faites

sur les sapins et le bouleau semblent l'indiquer, il est probable que le tronc du pin perd moins de chaleur par le rayonnement que celui du bouleau. En effet, les deux points ascensionnels de la première courbe (1891) correspondent à une élévation de la température de l'air depuis + 1°,8 à + 2°,9 et de la seconde courbe (1892) à une élévation de la température depuis — 2°,8 à + 8°,2; il y a probablement là deux causes qui agissent en sens contraire et dont l'effet se fait sentir durant toute la période de végétation. L'influence de la température des couches inférieures du sol doit tendre, durant les mois les plus chauds de la période de végétation, à diminuer les excédents de la température du pin comparée à celle du bouleau. Néanmoins, comme l'indiquent les deux courbes (années 1891 et 1892), les excédents de la température du pin durant les mois de juin, juillet et commencement d'août sont nettement accentués et nous voyons se répéter, dans cette série d'observations, les phénomènes constatés lors de l'étude comparative de la marche des températures dans le sapin et dans le bouleau.

Les points culminants des courbes correspondent aux semaines durant lesquelles la température a été la plus élevée et les inflexions vers la ligne de 0 à des abaissements de cette température.

En effet nous avons pour l'année 1891 :

1) 22me semaine: Excédent de température = + 1°,8.
T de l'air = + 22°.
2) 23me semaine: La courbe tombe jusqu'à + 0°,5.
T extérieur descend de + 22° à 9°,9.
3) 25me semaine: Excédent de température = + 3°,1.
T de l'air = + 24°,9.

4) 29me semaine: La courbe descend à
peu près jusqu'à +1°,3.
T de l'air s'abaisse de 24°,9 à 21°,0.
5) 30me semaine: Excédent de température = +3°,3.
T de l'air = 27°,6.

Depuis ce moment la température de l'air s'abaisse graduellement et la courbe ne dépasse plus la ligne des 0 que de 0°,4 et 0°,5 (33me et 36me semaines). Les mêmes faits se sont répétés durant l'année 1892.

Nous trouvons sur la courbe correspondant à cette année pour la:

23me semaine: Excédent = + 1°,5.
T. extérieure = 16°,2.

24me semaine: La courbe descend jusqu'à + 0°,3, quoique la température ambiante s'élève de 16°,2 à + 20°,7, anomalie qui, pour moi, est inexplicable. Sauf ce cas isolé, la courbe de l'année 1892 est analogue à celle de 1891.

25me semaine: Excédent = 1°,7.
T. ext. = 24°,3, après quoi la courbe descend graduellement jusqu'à + 0°,5 (27me semaine), la température ambiante tombant de 24°,3 à 18°,2.

29me semaine: Excéd. = +2°,0. T. ext. = +26°,9.
30me semaine: Excéd. = +2°,1. T. ext. = +28°,3.

Après ce maximum, la courbe s'abaisse graduellement et arrive à ne dépasser la ligne des 0 que de 0°,1 (34me semaine), la température de l'air s'abaisse également graduellement depuis 28°,3 jusqu'à 14°,7. A partir de ce minimum, la température ambiante remonte jusqu'à

$+18°,7$ (35me semaine), la courbe des températures se relève également et forme un cinquième point d'élévation $= +0°,7$.

Comme on le voit, l'effet observé durant la période de végétation, lors de l'étude comparative des températures du sapin et du bouleau, se répète, quoique d'une manière atténuée, dans la marche de la température dans le pin et le bouleau.

En suivant les deux courbes durant les périodes automnales et la première moitié de l'hiver, nous rencontrons un certain nombre de faits dont quelques-uns sont difficiles à expliquer.

Durant l'année 1891, nous trouvons (38me semaine) une inflexion brusque de la courbe (elle descend à $2°,1$ au-dessous de la ligne de $0°$) tandis que la température de l'air varie relativement peu, depuis $+8°,7$ à $+6°,2$, pour remonter à $+9°$ la semaine d'après. Cette anomalie ne se laisse pas expliquer par les différences dans les températures des différentes couches du sol, car à cette époque de l'année (septembre), dans la région septentrionale de la Russie, où se faisaient les observations, ces températures sont supérieures pour les racines du pin comparativement à celles du bouleau, les couches supérieures du sol ne recevant plus qu'une quantité très restreinte de chaleur.

Les conditions d'échauffement des troncs des arbres ne peuvent également pas à cette époque de l'année donner l'explication de ce fait. Peut-être doit-on la chercher dans une différence entre les périodes de végétation des deux arbres, qui se termine probablement plus tôt pour le bouleau que pour le pin; le bouleau ne recevant en septembre que peu de sucs par ses racines et

celles du pin lui amenant encore des sucs déjà comparativement refroidis. Ceci du reste n'est qu'une hypothèse, car nous ne connaissons pas la durée de la période de végétation des arbres du moins dans le nord de la Russie.

L'anomalie contraire que nous voyons se produire lors de la 43me semaine reste également inexpliquée, car en novembre la période de végétation doit être close même pour le pin.

L'excédent de 2°,4 observé à cette époque correspond à un abaissement de la température de l'air tombant de + 1°,2 à — 1°,4. Il est possible néanmoins qu'à ce moment se produise l'effet de la conductibilité des racines du pin qui pénètrent dans les couches moins froides que celles du bouleau, dont les racines traçantes sont disposées dans les couches supérieures du sol, qui en ce moment viennent d'être brusquement refroidies.

La courbe pour l'année 1891 se termine sans anomalie indiquant de légers excédents pour les températures du pin ainsi que nous l'avons déjà observé pour le commencement du même hiver, mais alors d'une manière beaucoup plus accentuée.

La continuation de la courbe pour 1892 ne présente pas d'anomalies pareilles à celles indiquées pour 1891 ; néanmoins lors de la 9me et à la 11me semaine, la courbe descend au-dessous de la ligne des 0 de 0°.2 et de 0°,6; ces minima correspondent, le premier à un abaissement de la température de l'air tombant de + 2°,5 à — 0°,2 et le second de + 2°,1 à + 1°,4.

Il est évident que nous ne pouvons attribuer une valeur rigoureuse aux tentatives d'explications que nous donnons pour tâcher de nous rendre compte des anomalies

observées dans les courbes des observations. Tout ce que nous pouvons dire, c'est qu'elles sont possibles. Elles indiquent dans tous les cas la grande complexité des phénomènes que nous avons entrepris d'étudier.

Voilà en traits généraux les résultats auxquels nous amène l'étude comparative de la marche des températures dans le pin et le bouleau. Les phénomènes, déjà assez complexes, étudiés lors de la comparaison entre le sapin et le bouleau, se trouvent encore compliqués dans cette seconde étude par de nouveaux facteurs dont nous avons surtout indiqué l'un : les différences entre les températures des couches du sol dans lesquelles plongent les racines des deux arbres.

Durant les mois de l'été les températures des couches profondes sont établies d'une manière assez permanente et varient peu.

Leur influence ne se manifeste que par un abaissement comparatif de la température du pin et par conséquent une diminution des différences entre les températures des deux arbres.

Il en est à peu près de même durant les mois d'hiver. Les différences entre les températures du pin et celles du bouleau dépendent surtout, à cette époque de la conductibilité des masses ligneuses des deux arbres plongeant dans des milieux de températures différentes. Mais les phénomènes se compliquent extrêmement lors des périodes transitoires, c'est-à-dire, durant le printemps et l'automne ; à ces époques il y a variation non seulement dans les températures des couches supérieures du sol, mais également, quoique d'une manière beaucoup plus régulière, dans celles des couches plus profondes, qui augmentent au printemps et diminuent en automne. Il

faut observer en outre que les époques auxquelles se produit l'éveil, et la terminaison des périodes végétatives ne doivent pas être les mêmes pour les deux arbres ; et comme la végétation par elle-même a une influence prépondérante sur la marche des températures, on se rend bien compte que le fait général que nous avons indiqué, ne peut paraître dans toute sa netteté que durant les époques de grandes chaleurs quand l'effet des autres causes que nous avons énumérées se trouve diminué par l'influence des hautes températures de l'air, qui à cette époque est prédominante.

En terminant l'exposé de mes recherches je ne puis m'empêcher d'exprimer mon regret de n'avoir pu mesurer la marche des températures dans les arbres à l'aide d'éléments thermoélectriques, mais j'opérais dans une localité si éloignée de tout grand centre, que je ne pouvais penser à appliquer à mes recherches des instruments aussi délicats.

Durant le courant de ces études j'ai tenté d'expliquer quelques-uns des phénomènes, notés sur les courbes des températures, par la forme et la disposition dans le sol, des racines du bouleau et du pin ; j'ai souvent employé les termes de racines traçantes et pivotantes, c'est pourquoi je crois utile de terminer ce travail par la description des racines des deux arbres qui ont servi aux observations thermométriques.

Dans ce but, j'ai fait déterrer avec beaucoup de soin les racines du pin et du bouleau qui ont servi aux observations et j'ai tâché de les retirer autant que possible sans les déformer, ni les briser. Ce travail fort pénible a été exécuté sous ma surveillance personnelle et je crois pouvoir affirmer que sauf quelques bouts de racines trop

fragiles ou trop profondément enfoncées pour pouvoir être retirées de terre, l'ensemble extrait du sol donne une idée exacte des racines des deux arbres du moins dans leurs parties essentielles. Les racines, rattachées dans les endroits ou il y avait eu cassure, ont été suspendues à l'aide de cordes dans un léger échafaudage et photographiées.

Les deux images ainsi obtenues sont jointes à cette description.

Les racines du sapin étant fort semblables à celles du bouleau j'ai cru inutile de répéter le travail fort pénible que m'avait coûté l'extraction de celles du pin et du bouleau.

Racines du pin, pl. III, fig. 1.

Le tronc scié à une hauteur de 55 cm. au-dessus du sol avait un diamètre de 33 cm.; les racines de cet arbre sont formées par deux parties superposées. La première se compose de cinq racines principales courant à la superficie du sol et ayant chacune une longueur dépassant de beaucoup 12 m., car ayant retiré des racines de cette longueur, j'ai dû laisser en terre des bouts ayant encore un diamètre de 1,5 cm. et l'épaisseur de ces racines variait fort peu, à 5 m. plus près du tronc le diamètre des racines était de 1,9 cm.; il est par conséquent évident qu'il en est resté en terre une partie assez longue. Ces racines traçantes étaient peu ramifiées et avaient l'aspect de cordes; près du tronc seulement leur épaisseur augmentait; à 1 m. du tronc elles avaient un diamètre d'à peu près 16 cm. Une des cinq racines principales était munie de cinq racines adjonctives descendant verticalement dans le sol à une profondeur dé-

passant 1 m. et se terminait par des radicelles formant frange, leur épaisseur variait peu sur toute leur longueur, elles étaient épaisses d'à peu près 1 cm.

La deuxième racine était disposée à 15 cm. plus bas que la couronne supérieure, elle formait pivot et se divisait en deux parties, dont l'une s'enfonçait dans le sol de 97 cm., et, ayant rencontré à cette profondeur une masse de sable très dur et très résistant, s'y est aplatie sans pouvoir la pénétrer; la base de ce pivot est entourée d'une frange de radicelles disposées en couronne latérale. La seconde partie de la racine pivotante ayant rencontré une couche de sable moins résistante, s'y est enfoncée de 1,65 m. à partir du sol, elle s'y est peu à peu aplatie et terminée en pelle munie d'une frange de radicelles pendantes. Le diamètre de la racine pivotante à sa partie supérieure = 21 cm.; c'est cette racine pivotante qui forme la plus grande masse des racines du pin.

Racines du bouleau, pl. III, fig. 2.

Le tronc scié à une hauteur de 32 cm. au-dessus du sol avait un diamètre de 37 cm. Les racines de cet arbre forment deux couronnes superposées composées, la première de neuf, la seconde de dix racines principales. J'ai pu retirer du sol des racines longues de 9 m., le bout brisé avait encore une épaisseur d'à peu près 1 cm.; néanmoins la partie restée en terre ne devait pas avoir une grande longueur, car ces racines allaient en s'amincissant assez rapidement. Sous ce rapport elles diffèrent de celles du pin qui, comme je l'ai indiqué plus haut, ont à peu près le même diamètre sur une grande longueur.

La deuxième couronne des racines, plus importante que la première, était disposée à 42 cm. au-dessous du sol; au centre de cette couronne se trouvait une petite racine pivotante qui s'enfonçait de 70 cm. à partir de la superficie du sol et dont la partie la plus épaisse avait un diamètre d'à peu près 5 cm.; comparée à la massive et longue racine pivotante du pin, celle du bouleau était absolument insignifiante par elle-même ainsi que par ses ramifications. Ce sont les racines de la deuxième couronne qui, par leur volume et leur longueur, ont le plus d'importance, elles sont extrêmement ramifiées et courent tantôt en affleurant la superficie du sol, tantôt en s'y enfonçant de 60 cm. et plus; elles portent en outre des ramifications qui descendent verticalement à de grandes profondeurs; ainsi, sur une des racines principales de la deuxième couronne, j'ai observé, à 3 m. de distance du tronc, une ramification verticale qui s'enfonçait en terre de plus de 1,80 m., car la partie que j'ai retirée et qui avait cette longueur n'était pas complète, il est resté dans le sol un bout d'un diamètre d'à peu près 1 cm.; néanmoins ces racines secondaires qui s'enfoncent verticalement sont peu nombreuses, peu ramifiées et présentent par conséquent peu d'importance pour la nutrition de l'arbre qui se produit surtout par les racines traçantes des deux couronnes.

Les racines qui viennent d'être décrites appartiennent à des arbres croissant sur un sol composé d'un sable rouge très compact, néanmoins, sauf quelques détails, elles présentent les caractères généraux qui se retrouvent plus ou moins dans toutes les racines du pin ou du bouleau que j'ai eu l'occasion d'observer.

La différence de structure des racines des deux arbres

qui viennent d'être décrites rend, il me semble, assez bien compte des différences observées dans la marche des températures; nous avons vu en effet que la massive racine pivotante du pin s'enfonçait dans le sol de 1,65 m. tandis que le pivot du bouleau n'y pénétrait que de 70 cm.; cette différence ne pouvait être compensée par les quelques racines profondes du bouleau qui, ni par leur masse, ni par leurs ramifications, ne pouvaient avoir une influence sérieuse sur la nutrition et la température de l'arbre.

ALLIAGES COLORÉS D'ALUMINIUM

P. R

Charles MARGOT

Préparateur au Cabinet de physique de l'Université de Genève.

(Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 7 novembre 1895).

On doit aux travaux de l'ingénieur américain Hunt et du chimiste anglais Roberts-Austen, la connaissance d'un remarquable alliage formé de 78 parties d'or et de 22 parties d'aluminium, ayant une coloration pourpre à reflets rubis. On a signalé récemment cet alliage comme susceptible d'applications à la bijouterie et à la frappe de la monnaie, car si les proportions en sont altérées, la coloration pourpre disparaît entièrement. Cependant il y aurait de sérieuses réserves à formuler sur l'emploi pratique de cet alliage, vu qu'il ne paraît pas posséder les qualités exigées pour supporter le travail du burinage et de l'estampage. Opérant sur une petite quantité de substance, nous avons bien obtenu l'alliage à teinte pourpre, mais la texture en est cristalline et il se pulvérise au moindre choc du marteau.

La curieuse coloration que présente cet alliage particulier d'or et d'aluminium montre que ce dernier métal se comporte différemment dans ses combinaisons métalli-

ques que ne le font les métaux usuels, lesquels forment des alliages dont la coloration dérive visiblement de celle des composants. Si les métaux alliés sont blancs, on obtient des alliages dont la teinte est encore blanche ; ce sera par exemple le cas des alliages faits avec le zinc, l'étain ou l'argent. Avec l'aluminium, il en sera encore de même s'il est allié à ces mêmes métaux, c'est-à-dire que la teinte ne change aucunement. Par contre l'aluminium allié à des métaux blancs peu fusibles, tels que le platine, le palladium et même à un certain degré avec le cobalt et le nickel, peut parfois donner naissance à des alliages fortement colorés. Alliés à l'aluminium dans les proportions citées ci-dessous, le platine peut donner un alliage ayant la couleur de l'or, le palladium un alliage rose cuivré, le cobalt et le nickel des alliages plus ou moins jaunâtres. Ce sont d'ailleurs les seuls métaux sur lesquels nos essais aient porté ; mais il est admissible de supposer que l'aluminium puisse former d'autres combinaisons colorées avec les métaux de la famille du platine, l'iridium, par exemple, et probablement aussi avec le chrome, le titane et des métaux à point de fusion élevé.

Lorsqu'on opère sur une masse minime de substance, la formation de ces alliages d'aluminium avec les métaux peu fusibles s'effectue néanmoins facilement au chalumeau à gaz, en plaçant les fragments à fondre au fond d'un petit creuset taillé dans un bloc de charbon. A la température du rouge vif, la combinaison s'effectue brusquement ; elle est accompagnée d'un dégagement de chaleur assez intense pour que le culot métallique en fusion devienne blanc éblouissant et due en partie à une combustion partielle de l'aluminium. Cette expérience faite avec le platine peut donner lieu à une explosion qui

projette en tous sens des gouttelettes de métal, aussi faut-il prendre quelques précautions.

Ce mode d'opérer auquel nous avons dû restreindre ces essais, peut être critiqué, car il entraîne forcément la production d'une certaine dose d'alumine, laquelle, on peut du moins le présumer, reste partiellement incorporée dans la masse métallique. Il est donc possible que les propriétés indiquées ci-dessous et même la coloration de ces alliages fussent modifiées, s'ils étaient faits en quantités plus considérables à l'abri de l'oxydation.

1° Aluminium, 28 parties. Platine, 72 parties.

Cet alliage possède une belle coloration jaune d'or, laquelle peut en faisant varier les proportions dans de faibles limites prendre une teinte violacée, verdâtre et parfois cuivrée. Cet alliage est cassant, dur, à structure cristalline. La combinaison or-jaune semble la moins instable. Quant aux autres il se produit une désagrégation de substance assez rapidement, pour qu'au bout de quelques jours on retrouve les fragments de l'alliage transformés en poudre grisâtre.

2° Aluminium et palladium. Ces deux métaux alliés dans des proportions à peu près semblables à celles de l'alliage précédent, produisent parfois un alliage ayant une très belle coloration rose cuivrée; si l'on sort des proportions voulues, la teinte passe au gris d'acier. La texture de cet alliage est cristalline, il est dur, très fragile, mais ne se désagrège pas avec le temps.

3° Aluminium, 20 à 25 parties. Cobalt, 75 à 80 parties.

Cet alliage, dont la teinte est jaunâtre, a, lorsqu'il vient d'être formé, la dureté de l'acier trempé, une structure cristalline, et de même que les précédents, il se pul-

vérise sous le choc du marteau. Il offre encore moins de stabilité que l'alliage du platine, car au bout de peu de jours il se transforme presque entièrement en poudre ayant une teinte violacée sensible.

4° Aluminium, 18 parties. Nickel 82 parties.

Cet alliage possède une coloration jaune-paille assez marquée; il a presque la dureté de l'acier trempé et peut prendre un très beau poli. Il diffère totalement des précédents par sa résistance au choc du marteau et par sa parfaite stabilité. La cassure à grain serré est semblable à celle de l'acier ou du bronze des cloches.

Ces alliages sont intéressants du fait de leurs colorations variées, en particulier ceux d'or, de platine et de palladium, mais ils ne paraissent pas pouvoir être utilisés, à cause de leur défaut de malléabilité et, pour plusieurs d'entre eux, de leur désagrégation spontanée. Il faut probablement les considérer comme de véritables combinaisons chimiques : leur nature cristalline, le fait que certaines colorations n'apparaissent que pour des proportions parfaitement définies des métaux alliés, qu'ils se forment toujours avec une élévation notable de température, et que, d'autre part, la combinaison effectuée est instable, tout indique que l'on se trouve en présence d'un arrangement moléculaire différent de celui qui constitue l'alliage simple ou mélange de substances métalliques.

Quelle peut être l'origine de la coloration que présentent plusieurs de ces alliages d'aluminium? Remarquons qu'en général la coloration se manifeste surtout dans les alliages d'aluminium faits avec les métaux dont le point de fusion est élevé, et qu'on ne constate rien de semblable dans les alliages d'aluminium avec les métaux fusibles, tels que le zinc, l'étain ou même avec l'argent.

On peut admettre dans le premier cas que la combinaison ne s'effectuant qu'à une température très élevée et donnant lieu à une combustion partielle de l'aluminium, produit des cristaux microscopiques d'alumine qui, restant incorporés dans le métal, lui communiquent et sa nature cristalline et sa dureté, et peut-être la coloration constatée dans certains cas. Ce dernier point est douteux, car si l'on examine au microscope, même avec un fort grossissement, la poudre métallique résultant de la désagrégation des alliages de platine, d'or ou de cobalt, on constate qu'elle ne diffère en rien par son aspect de fragments plus volumineux; elle possède à tous égards une nature métallique évidente, l'éclat d'or du premier, pourpre du second, jaunâtre du troisième de ces alliages, et on ne peut y déceler la présence des cristaux d'alumine présumés; peut-être aussi à cause de leur extrême petitesse, échappent-ils à l'observation.

SUR QUELQUES

PRODUITS DE SUBSTITUTION

DES

CARBONATES ET PHOSPHATES

D'α ET DE β NAPHTYLE

ET SUR LA PREPARATION DU CHLORONAPHTOL

$C^{10}H^{6}OH\,Cl\ 1.4$ ET DU BROMONAPHTOL

$C^{10}H^{6}OH\,Br\ 1.4$.

PAR

Frédéric REVERDIN et Hugo KAUFFMANN.

Dans une communication faite par l'un de nous sur la préparation de l'acide naphtolsulfonique[1] $C^{10}H^{6}OH.HSO^{3}$ 1.4 au moyen du *carbonate d'α naphtyle* nous nous sommes réservés de revenir avec quelques détails sur ce dernier composé. Les résultats obtenus nous ont engagé à soumettre à une étude analogue le *carbonate de β naphtyle* ainsi que les *phosphates d'α* et de *β naphtyle*. Les carbonates d'α et de β naphtyle nous ont été libéralement fourni par les « Farbenfabriken vormals Meister Lucius und Brüning » auxquelles nous adressons ici tous nos remerciements et ces produits ont été spécialement purifiés pour nos recherches.

[1] *Archives*, t. 33, 1895. 62 et *Berichte*, t. 27, 1894. 3460.

Carbonate d'α naphtyle. $\alpha\,(C^{10}H^{7}O)_2CO$.

Le produit technique a été purifié par la méthode indiquée dans le travail cité et nous ne reviendrons pas non plus sur les propriétés générales de ce composé qui avait déjà été préparé en 1889 par E. Burkard [1].

Après avoir constaté que le carbonate d'α naphtyle donne par sulfonation à froid un disulfocarbonate dans lequel les groupes « sulfo » sont en position para relativement au groupe $\begin{matrix}-O\\-O\end{matrix}\!\!>\!CO$ et qu'il n'entre pas, ou tout au moins d'une manière tout à fait secondaire et accidentelle de substituant en position ortho, comme c'est le cas lorsqu'on sulfone l'α naphtol lui-même, nous avons soumis ce composé à l'action de l'acide nitrique, du chlore et du brome et nous avons constaté que le groupe nitro, le chlore et le brome entrent comme on pouvait s'y attendre dans la même position que le groupe sulfo. Ceci nous a permis de préparer et de caractériser entre autres le chloronaphtol et le bromonaphtol 1.4 qui n'avaient pas été obtenus jusqu'ici.

Action de l'acide nitrique.

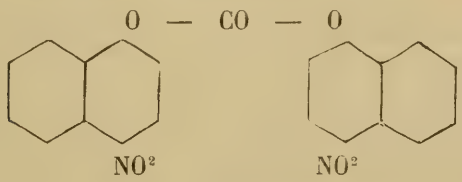
En ajoutant à une solution chaude de 31 grammes de carbonate d'α naphtyle dans 250^{cc} d'acide acétique un mélange de 40^{cc} d'acide nitrique à 40° B^{e} et de 50^{cc} d'acide acétique et en chauffant cette solution à peu près un quart d'heure à feu nu de manière à ce qu'elle soit en légère ébullition on obtient un liquide qui se concrète peu à peu et qui après avoir été lavé à l'acide acétique et extrait à l'alcool fournit un corps cristallisé en aiguilles

[1] *Inaugural dissertation. Vorg. der Universität Basel.* — Soleure, 1889.

jaune pâle, fusibles à 145°-150° et enfin à 148° après deux cristallisations dans le benzène.

Ce composé que nous nous proposons d'étudier de plus près donne par saponification au moyen de la potasse alcoolique du *nitronaphtol* $C^{10}H^{6}OH.NO^{2}$ 1.4 fusible à 164° et de l'α *naphtol.*

En opérant en solution plus concentrée, soit en ajoutant à une solution de 31 grammes de carbonate d'α naphtyle dans 150^{cc} d'acide acétique un mélange de 40^{cc} d'acide nitrique de 40° B^{e} et de 25^{cc} d'acide acétique et chauffant à feu nu, on obtient un liquide qui commence à se concréter même à chaud et qui fournit après plusieurs cristallisations dans l'alcool, dans le benzène et enfin dans l'acide acétique un composé cristallisé en jolies aiguilles. jaune pâle, fusibles à 212°. Ce nouveau corps est constitué par le *carbonate d'α nitronaphtyle.*



car il fournit par saponification au moyen de la potasse alcoolique le *nitronaphtol* 1.4 seul.

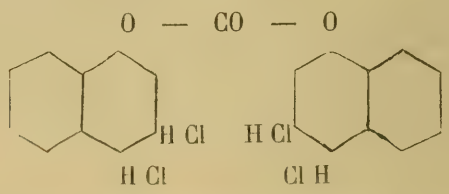
Les deux dérivés du carbonate d'α naphtyle dont nous venons de parler sont des composés relativement stables, ils ne se saponifient rapidement que sous l'influence des alcalis alcooliques et nous n'avons pas réussi jusqu'ici à en obtenir des produits de réduction par les moyens habituels.

Action du chlore.

En faisant réagir le chlore sur le carbonate d'α naphtyle

nous avons obtenu suivant les conditions un produit d'addition ou un produit de substitution.

Le *produit d'addition* se forme lorsqu'on fait passer le chlore dans une solution maintenue froide du carbonate d'α naphtyle dans le benzène ou dans le tétrachlorure de carbone. Il se sépare en jolies aiguilles blanches, fusibles vers 200° en se décomposant, il est assez soluble dans le chloroforme et dans l'acétone, peu soluble dans l'acide acétique, le tétrachlorure de carbone, le benzène, l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau. Il correspond vraisemblablement à la formule.



car il fournit par saponification le même chloronaphtol (OH.Cl 1.4) que le produit de substitution dont il sera question plus loin.

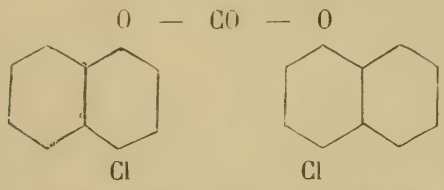
En outre, en distillant ce produit d'addition on obtient le produit de substitution tandis qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique en abondance. On peut aussi éliminer l'acide chlorhydrique de ce composé en le chauffant en solution chloroformique avec l'aniline, la phénylhydrazine ou la diméthylaniline, de même qu'en le chauffant avec de l'anhydride acétique, dans lequel il est très soluble à chaud.

Le carbonate de dichlorure d'α naphtyle chauffé au bain marie avec de l'acide sulfurique concentré ou avec du trichlorure d'antimoine donne une coloration rouge très instable accompagnée de la formation d'une résine.

En dissolvant le carbonate de dichlorure dans 4 parties d'acide sulfurique à 100 °/₀ et en remuant jusqu'à cessation du dégagement d'acide chlorhydrique puis en ajoutant 2 parties d'acide sulfurique à 20 °/₀ d'anhydride et chauffant 20 minutes au bain-marie on obtient un acide chlorosulfoné qui se copule avec les combinaisons diazoïques.

Produit de substitution.

On obtient un produit de substitution soit un *carbonate de chloro α naphtyle.* α $(C^{10}H^{6}Cl\,O)_2\,CO$



en faisant passer le chlore à la température ordinaire dans une solution chaude du carbonate dans l'acide acétique ou à froid dans sa solution dans le tétrachlorure de carbone additionnée de 5 °/₀ de trichlorure d'antimoine, du poids du carbonate. On dissout le carbonate d'α naphtyle dans 10 à 11 parties de tétrachlorure de carbone. En faisant passer le chlore la solution se concrète peu à peu et lorsque le chlore n'est plus absorbé on filtre et on lave le produit de la réaction avec du tétrachlorure puis avec de la lessive de soude étendue.

Le produit brut ainsi obtenu est débarrassé, par ébullition avec l'acétone dans laquelle il est fort peu soluble, de produits secondaires plus solubles et après purification par cristallisations répétées dans le benzène et dans la ligroïne, le carbonate de chloro α naphtyle se présente sous la forme de jolies aiguilles blanches fusibles à 228°.

Il a donné à l'analyse le résultat suivant :

Calculé pour : $(C^{10}H^{6}ClO)_2CO$	Trouvé :
Cl 18.54 %	18.79 %

Le carbonate de chloro-α-naphtyle est très peu soluble dans la plupart des véhicules organiques, il est très stable envers les acides, assez stable envers les alcalis en solution aqueuse tandis qu'il est saponifié par les alcalis en solution alcoolique.

Il réagit avec l'aniline et les amines en se saponifiant et en donnant lieu à la formation d'un corps rouge.

En abandonnant à froid (de 0 à + 10° environ) 1 partie de carbonate de chloro-α-naphtyle avec 4 parties d'acide sulfurique à 20 % d'anhydride, il se transforme peu à peu en dérivé sulfoné qu'on a isolé au bout de 24 heures. Cet acide fournit par l'action du perchlorure de fer une coloration vert bleu passant au violet bleu puis au brun ; son sel de soude est presque complètement soluble dans l'alcool. Il donne avec le chlorure de diazobenzène une matière colorante rouge d'une nuance beaucoup plus violette que la matière colorante obtenue avec le sulfonaphtol ($OH.HSO^3$ 1.4) et très soluble. En saponifiant le carbonate de chloro-α-naphtyle au moyen de la potasse alcoolique puis distillant avec de la vapeur d'eau le produit de la réaction rendu acide, on obtient le *chloronaphtol* $C^{10}H^{6}OH.Cl$ 1.4.

Ce composé est assez instable lorsqu'il n'est pas tout à fait pur, il prend facilement une coloration rouge ; il sublime vers 100° en longues aiguilles blanches, fusibles à 116°, très solubles dans la plupart des véhicules organiques.

L'hypochlorite de chaux et le perchlorure de fer provoquent dans sa solution neutre la formation de flocons bleus ; avec le chloroforme, le tétrachlorure de carbone et la formaldéhyde il donne en présence de potasse une réaction bleue ressemblant beaucoup à celle que donne le naphtol.

Il réagit avec le nitrite de soude et se copule avec le chlorure de diazobenzène.

Son *dérivé acétylé* $C^{10}H^{6}Cl.O\ (C^{2}H^{3}O)$, préparé avec le chlorure d'acétyle fond après cristallisation dans la ligroïne à 44° ; son *picrate,* très instable, préparé en solution dans le chloroforme fond à 171°.

L'acide nitrique réagit de même que l'acide chromique sur le chloronaphtol en l'oxydant ; l'aniline fournit le même corps rouge qui se forme avec le carbonate correspondant et la diméthyle-para-phénylènediamine donne avec le chloronaphtol en présence de l'air une coloration bleue (bleu de naphtol). En faisant réagir le chlore sur une solution de ce chloronaphtol dans l'acide acétique on obtient très facilement le *dichloronaphtol* $C^{10}H^{5}OH.Cl.Cl.$ 1.2. 4 fusible à 106°, déjà connu [1].

Nous pensons que la constitution indiquée pour le nouveau chloronaphtol est suffisamment justifiée par toutes les propriétés qui le caractérisent et qui sont semblables à celles du bromonaphtol dont il va être question et dont la constitution a été établie expérimentalement.

On trouve dans la littérature un chloronaphtol [2] fusible à 57° qui a été préparé par l'action du pentachlorure de phosphore sur l'acide α naphtolsulfonique obtenu par sulfonation directe de l'α naphtol : ce chloronaphtol qui

[1] *Berichte*, 21, (1888), 891 et 1030.
[2] *Berichte*, 15, (1882), 312.

aurait dû constituer le dérivé OH.Cl. 1.4 si l'acide α naphtolsulfonique qui a servi à le préparer eut été réellement l'acide 1.4 est sans doute constitué plutôt soit par le chloronaphtol 1.2 soit par un mélange, car des recherches [1] récentes ont montré qu'il se formait dans la sulfonation directe de l'α naphtol un mélange d'acides naphtolsulfoniques renfermant de l'acide 1.2.—

Action du brome.

On obtient le mieux un dérivé bromé du carbonate d'α naphtyle en dissolvant à chaud 31 gr. de carbonate dans 350 cc. d'acide acétique, et en ajoutant à cette solution chaude 12 cc. de brome en solution dans 50 cc. d'acide acétique. Le liquide bien mélangé se concrète bientôt en une masse cristalline qui après avoir été filtrée et lavée à l'acide acétique donne un produit brut fusible à 200°.

On obtient après purification par traitement à l'acétone et cristallisation dans le benzène un produit fusible à 214°; quoique le point de fusion reste le même après plusieurs cristallisations ce produit ne nous a donné à l'analyse que 32.25 °/₀ de brome au lieu de 33,9 °/₀ exigés par la formule $(C^{10}H^{6}BrO)_2$ CO. Il est probable qu'il renferme une petite quantité d'impuretés.

Les propriétés et réactions du carbonate de bromo-α-naphtyle sont identiques à celles du dérivé chloré. Il donne de même un dérivé sulfoné.

Le *bromonaphtol* $C^{10}H^{6}OH.Br$. 1.4 qu'il fournit par saponification au moyen de la potasse alcoolique ressemble dans toutes ses propriétés au chloronaphtol.

Il fond à 127-128° et donne par l'action du brome en solution acétique le *dibromonaphtol* $C^{10}H^{5}OH$ Br Br

[1] *Liebig's Ann.*, t. 273, 102.

1. 2. 4. fusible à 105°,5 après cristallisation dans la ligroïne, déjà connu[1].

Son *dérivé acétylé* $C^{10}H^{6}Br.O\ (C^{2}H^{3}O)$ fond à 51° et son *picrate* à 167°.

La constitution de ce nouveau bromonaphtol a été établie en décomposant le dérivé diazoïque de la bromo-naphtylamine[2] $C^{10}H^{6}NH^{2}Br$ 1.4 déjà connue, par ébullition avec l'eau. Le bromonaphtol ainsi obtenu présente exactement toutes les propriétés de celui que nous avons préparé en partant du carbonate de bromo-α-naphtyle.

Nous n'avons pas réussi jusqu'ici à obtenir par *l'action de l'iode* des dérivés correspondants à ceux que nous ont fournis le chlore et le brome.

Le *phosphate d'α naphtyle* $(C^{10}H^{7}O)_{3}\ PO$ qui a été préparé par Schæffer[3] en faisant réagir le pentachlorure de phosphore sur l'α naphtol et par Heim[4] au moyen de l'oxychlorure de phosphore, fond d'après nos observations à 149-150° après avoir été purifié par cristallisation dans l'acétone tandis que ces auteurs ont attribué le point de fusion de 144,5-145° au produit purifié par cristallisation dans l'alcool.

Cet éther se comporte envers les agents de substitution d'une manière analogue au carbonate d'α naphtyle. Il fournit par sulfonation un *phosphate de sulfo α naphtyle* qui est beaucoup plus stable que le dérivé correspondant du carbonate car il n'est complètement saponifié que par

[1] Reverdin et Fulda. *Tabellarische Uebersicht der Naphtalinderivale*, IIe partie, p. 29.

[2] *Berichte*, 4, (1871), 850; et 11, (1878), 1904.

[3] *Liebig's Annalen*, t. 273, p. 102.

[4] *Berichte*, 16 (1888), 1770.

la potasse alcoolique à chaud tandis que le carbonate de sulfo α naphtyle est déjà saponifié par l'ébullition avec l'eau.

Lorsqu'on fait bouillir la solution aqueuse du sel de soude du phosphate de sulfo α naphtyle il se saponifie incomplètement pour donner selon toutes probabilités une molécule *d'acide naphtolsulfonique* ($OH.HSO^3$ 1.4) et une molécule de *phosphinate de sulfo α naphtyle* ($C^{10}H^6.HSO^3O)^2$ PO.OH. La quantité d'acide nitreux qu'absorbe la solution bouillie du sel de soude du phosphate de sulfo α naphtyle correspond à celle que demande une molécule d'acide naphtolsulfonique pour se transformer en dérivé nitrosé. Par contre en faisant bouillir pendant une heure le phosphate de sulfo α naphtyle avec de la potasse alcoolique on le transforme complètement en acide naphtholsulfonique qui a été caractérisé par les réactions connues comme étant *l'acide naphtolsulfonique* $C^{10}H^6.OH.HSO^3$ 1.4.

En introduisant le phosphate d'α naphtyle dans un mélange d'acide acétique et d'acide nitrique du poids spécifique de 1.5 et chauffant peu de temps au bain-marie on obtient un dérivé nitré que nous n'avons pas isolé mais qui nous a donné par saponification au moyen de la potasse alcoolique du *nitronaphtol* $C^{10}H^6OH.NO^2$ 1.4.

Enfin en chauffant le phosphate d'α naphtyle avec du brome en solution acétique nous avons pu constater après saponification du produit de la réaction la présence du *bromonaphtol* $C^{10}H^6OH.Br$. 1.4 ; cependant la réaction n'est pas nette, elle est toujours accompagnée de la formation de résines.

Il nous a paru intéressant de faire les mêmes recherches avec les dérivés du β naphtol et nous espérions obtenir dans ces conditions en particulier des dérivés sulfonés

qui différeraient par leur constitution de ceux que l'on obtient avec le β naphtol lui-même, ce qui du reste ne s'est pas réalisé.

Le *carbonate de β naphtyle*. $\beta(C^{10}H^{7}O)_2CO$ a déjà été préparé par Schering[1] par la même méthode que le dérivé α[2]. On l'obtient à l'état pur en faisant digérer avec de l'éther le produit brut de la réaction après l'avoir bien lavé avec une solution alcaline, puis en le faisant cristalliser dans l'éther éthylacétique. Il se présente alors sous la forme de paillettes blanches, fusibles à 176-177°; il est très peu soluble dans l'alcool, très soluble dans le benzène.

Les essais de sulfonation du carbonate de β naphtyle nous ont donné un produit qui, transformé en matière colorante azoïque (avec le chlorure de diazobenzène) paraît identique à celui qu'on obtient par sulfonation directe du β naphtol, constitué, comme l'on sait par les acides naphtolsulfoniques $OH.HSO^3$ 2,6; 2.7 et 2.8.

En essayant de bromer le carbonate de β naphtyle en solution acétique et au bain-marie, nous avons obtenu un produit que nous n'avons pas réussi à faire cristalliser mais qui d'après l'étude que nous en avons faite doit être constitué par un mélange de carbonate de naphtyle non attaqué, de β naphtol régénéré et d'une petite quantité de carbonate de bromo β naphtyle fusible à 188-189° dont nous donnerons plus loin le mode de préparation.

Lorsqu'on fait réagir le brome, en léger excès pour la formation d'un carbonate de bromo-naphtyle, à la température ordinaire et sous l'influence des rayons solaires

[1] *Demande de brevet allemand* C 4197 du 12 juillet 1892.
[2] *Berichte*, 27 (1894), 3458.

sur le carbonate de β naphtyle en solution dans le chloroforme on obtient un dérivé bromé que nous n'avons pu faire cristalliser mais qui directement saponifié par la potasse alcoolique nous a fourni un mélange de *bromonaphtol* OH.Br 2.1. fusible à 84-85° et de *dibromonaphtol* OH. Br. Br. 2.1.6 fusible à 106°, déjà connus. Le bromonaphtol distille facilement avec les vapeurs d'eau tandis que le dibromonaphtol ne distille pas dans les mêmes conditions ce qui permet de séparer ces dérivés l'un de l'autre.

En employant le double de la quantité de brome et en opérant dans les mêmes conditions, nous avons obtenu après saponification un dérivé bromé distillant avec la vapeur d'eau, fusible de 138-140° dont nous n'avons pas encore déterminé la constitution et du dibromonaphtol 2.1.6. Le produit fusible à 138-142° pourrait être un mélange de dibromonaphtol et de tribromonaphtol fusible à 155°[1].

Carbonate de bromo β naphtyle. β $(C^{10}H^{6}BrO)_2CO$. Nous avons préparé ce dérivé en faisant passer du phosgène dans une solution alcaline de bromo β naphtol $C^{10}H^{6}OH$ Br 2.1 qu'on obtient lui-même, soit d'après Smith[2], en bromant le β naphtol en solution acétique, soit d'après nos propres recherches, en le bromant en solution alcaline, c'est-à-dire en introduisant peu à peu la quantité voulue de brome dans une solution maintenue froide de naphtol dans la lessive de soude étendue.

Le carbonate de bromo-β-naphtyle a été obtenu à l'état pur en lavant le produit brut de la réaction avec de l'eau

1 Smith. *J. Chem. Soc* : 1879, p. 789. — Armstrong et Rositer. *Berichte*, 24, (1891), 705-719-720.

2 *Berichte*, 12, (1879), 680.

alcaline, puis avec de l'eau pure, séchant, faisant digérer à froid avec de l'éther et cristallisant dans l'éther éthylacétique ; il se présente alors sous la forme d'aiguilles soyeuses et blanches, fusibles à 188-189°.

Il a donné à l'analyse les résultats suivants ;

	Calculé pour : $(C^{10}H^6Br\,O)_2\,CO$	Trouvé :
Br	33.90 %	33.23 %
		33.90

Le carbonate de bromo-β-naphtyle donne par sulfonation un acide sulfonique qui, au point de vue des matières colorantes azoïques qui en dérivent, est analogue à celui qu'on obtient en sulfonant le bromonaphtol lui-même et qui est constitué d'après Armstrong et Graham[1] par l'acide $C^{10}H^5.OH.Br.HSO^3$ 2.1.6.

Carbonate d'iodo-β-naphtyle. β $(C^{10}H^6JO)_2CO$. De même qu'avec le carbonate d'α naphtyle, nous n'avons pas réussi à obtenir avec son isomère β un dérivé iodé par ioduration directe ; on ne connaît jusqu'ici aucun iodo-α-naphtol et les quelques essais que nous avons faits pour obtenir l'iodo-naphtol OH.J 1.4 n'ayant pas réussi nous n'avons jusqu'ici pas pu préparer non plus le carbonate d'iodo-α-naphtyle. On connaît par contre *l'iodo-β-naphtol* $C^{10}H^6OH.J$ 2.1 qui a été préparé par Meldola[2] en faisant réagir une solution acétique d'iode sur le β naphtol en solution acétique, en présence d'acétate de plomb et d'acétate de soude.

Ce dérivé nous a permis de préparer par la méthode déjà décrite le carbonate d'iodo-β naphtyle. Cet éther

[1] *Berichte*, 14, (1881), 1286 et 24 (1891) R, 705.
[2] *J. Chem. Soc.* 47, (1885), 497.

cristallise dans la ligroïne où il est fort peu soluble ou mieux encore dans l'éther éthylacétique en jolies aiguilles blanches, jaunissant légèrement sous l'influence de la lumière, possédant exactement le même point de fusion que le dérivé bromé, 188-189°. Il est soluble dans le tétrachlorure de carbone, le benzène, l'acétone, l'éther éthylacétique, insoluble dans l'éther.

Malgré un point de fusion constant et des cristallisations répétées il a fourni à l'analyse les résultats suivants qui montrent qu'il renferme une petite quantité d'impuretés.

	Calculé pour : $(C^{10}H^{6}JO)_2CO$	Trouvé :
J	44.8 %	43.13 %
		42.92

Le *phosphate de β naphtyle*. $\beta(C^{10}H^{7}O)_3$ PO qui a déjà été préparé par Schæffer et par Heim par les mêmes méthodes que le dérivé α ne nous a donné ni par sulfonation ni par nitration des résultats bien concluants. L'acide qu'on obtient par sulfonation ne paraît pas présenter après saponification tout à fait les mêmes caractères que l'acide obtenu en sulfonant le β naphtol lui-même et nous sommes encore dans le doute à cet égard.

Par contre nous avons obtenu en bromant le phosphate de β naphtyle un produit qui nous a fourni par saponification un bromonaphtol présentant tous les caractères du bromonaphtol OH.Br 2.1.

Il résulte de ces recherches d'une manière générale que le groupe $\begin{matrix}(\alpha)-O\\(\alpha)-O\end{matrix}\!\!>CO$ renfermé dans le carbonate d'α naphtyle oriente les substituants tels que HSO^3,NO^2, Cl et Br vers la position 4 et préserve la position 2 du

noyau du naphtalène ; le groupe $\begin{matrix}(\alpha)-O\searrow\\(\alpha)-O\rightarrow PO\\(\alpha)-O\nearrow\end{matrix}$ exerce la même influence pour ce qui concerne le groupe « sulfo » et très probablement pour les autres groupes.

Dans le carbonate de β naphtyle par contre, le groupe $\begin{matrix}(\beta)-O\searrow\\ \quad\quad CO\\(\beta)-O\nearrow\end{matrix}$ ne paraît pas provoquer pour le groupe « sulfo » et pour le brome une orientation différente de celle du groupe « hydroxyle. » On sait en effet que le β naphtol fournit par sulfonation un mélange des acides sulfoniques $C^{10}H^{6}OH.HSO^{3}$ 2.6 ; 2.7 et 2.8 et par bromuration à froid le monobromonaphtol $C^{10}H^{6}.OH.Br$ 2.1 et le dibromonaphtol $C^{10}H^{5}OH.Br$ Br. 2.1.6[1] que nous avons également isolé du produit de saponification des dérivés bromés du carbonate de β naphtyle.

Les essais faits avec le phosphate de β naphtyle sont trop incomplets pour que nous puissions pour le moment en tirer une conclusion quoiqu'il soit bien probable que ce composé se comporte de la même manière que le carbonate.

Genève, 9, rue du Stand.
Novembre 1895.

N.-B. — Une partie de ces recherches ont été terminées avec l'aide de mon assistant M. le Dr de Vos auquel je tiens à exprimer ici tous mes remerciements.

[1] F. Reverdin et H. Fulda. *Tabellarische Uebersicht der Naphtalinderivate.* — Georg et Ce Bâle.

ÉTUDE

SUR LA

DISSYMÉTRIE MOLÉCULAIRE

(2e Mémoire)

RECHERCHES SUR LE POUVOIR ROTATOIRE DES CORPS ACTIFS HOMOLOGUES

PAR

MM. Ph.-A. GUYE et L. CHAVANNE

INTRODUCTION

Les expériences relatées dans ce mémoire ont été entreprises en vue de rechercher si l'existence d'un maximum de pouvoir rotatoire dans les séries homologues de corps actifs est un fait purement accidentel, ou s'il est en relation plus ou moins constante avec la formule du produit d'asymétrie.

Le premier exemple d'une série homologue de corps actifs présentant un maximum de pouvoir rotatoire a été signalé par Pierre et Puchot[1], à propos des éthers de l'acide valérique; comme on le verra plus loin, il y avait une petite inexactitude dans ces premiers résultats.

Plus tard, une observation semblable a été faite dans la série des éthers de l'alcool amylique primaire préparés au moyen de l'alcool amylique du commerce; ces éthers ont donné lieu, en effet, aux mesures suivantes[2] :

	Déviation α pour L = 1 dem.
Formiate d'amyle	+ 0° 10′
Acétate d'amyle	+ 1° 29′
Propionate d'amyle	+ 1° 24′

[1] Pierre et Puchot. *Comptes Rendus*, t. 76, p. 1332.
[2] Guye. *Ann. chim. phys.* 6e série, t. 25, p. 178.

Ces données, évidemment incomplètes, nous ont engagés à entreprendre l'étude de plusieurs séries de dérivés amyliques préparés au moyen d'un alcool amylique fortement actif. Peu de temps avant la publication de nos premiers résultats sur ce sujet, MM. Frankland et Mac Gregor [1], qui étaient parvenus à isoler l'acide glycérique actif à l'état de pureté, en ont préparé les éthers homologues et ont signalé aussi l'existence d'un maximum de pouvoir rotatoire dans cette série, et plus tard, chez d'autres dérivés du même acide. Enfin d'autres travaux, exécutés par MM. Freundler, Le Bel, Anschutz et Reiter, Walden, Purdie, Walker et Williamson et par Mlle I. Welt, sont venus fournir plusieurs autres exemples du même genre.

Grâce à cet ensemble de recherches, l'étude que nous nous étions proposée a avancé beaucoup plus rapidement que nous n'aurions osé l'espérer ; en effet, pour établir l'allure du pouvoir rotative dans une seule série homologue, il faut préparer plusieurs dérivés d'un même corps actif; une seule vérification nécessite donc un travail déjà considérable.

Malgré ces difficultés, il nous a semblé qu'en ajoutant à nos propres résultats ceux qui ont été obtenus par d'autres expérimentateurs, on pouvait déjà énoncer quelques conclusions générales. C'est ce qui nous a engagés à publier ce mémoire, dont la première partie a été plus spécialement consacrée à résumer les diverses observations qui viennent à l'appui des conclusions théoriques dont nous nous sommes efforcés nous-mêmes d'établir des preuves expérimentales.

La seconde partie contient la description détaillée de nos propres expériences qui n'avaient fait jusqu'à présent

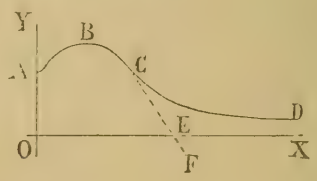
[2] Frankland et Mac Gregor. *Journ. Chem. Soc.*, p. 1410; 1893.

l'objet que de notes sommaires insérées dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*[1].

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE ET RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Si l'on considère une série homologue de corps actifs à un seul carbone asymétrique, de la formule générale C *a b c d*, les quantités *a*, *b*, *c*, *d* satisfaisant aux relations $a > b > c > d$, et *a* représentant le groupe variable, on peut démontrer, en s'appuyant sur la formule du produit d'asymétrie, que les pouvoirs rotatoires de ces corps prendront d'abord des valeurs croissantes, passeront par un maximum et reprendront ensuite des valeurs décroissantes et asymptotiques[2]. La courbe A B C D obtenue en portant en abscisses les masses du groupe variable *a*, et en ordonnées, les pouvoirs rotatoires des corps de la formule C *a b c d*, indique l'allure générale de ces variations. La seule condition requise par la théorie est que le tétraèdre schématique ne soit que peu déformé, d'un terme à l'autre de la série homologue. Il est évident que cette condition sera d'autant mieux remplie que les trois groupes invariables, *b*, *c*, *d*, seront pluspetits relativement au groupe variable *a*.



Si, au lieu de supposer, comme nous venons de le

[1] Guye et Chavanne. *Comptes Rendus*, t. 115 p. 1451, 1454 et t. 120 p. 452.

[2] Guye. *Comptes Rendus*, t. 116 p. 1454.

faire, que le terme *a* soit seul variable, nous admettons que les deux masses *a* et *b* puissent varier, et cela en croissant toujours d'une même quantité *m*, on démontrerait de même, ainsi que l'a fait M. Freundler[1], dans son travail sur les éthers tartriques tétrasubstitués, que la courbe des pouvoirs rotatoires est encore de la forme A B C D, bien que cependant moins rapidement asymptotique.

Expérimentalement, ce résultat peut être considéré comme tout à fait inattendu. Toutes les recherches récentes sur les constantes physico-chimiques de corps

[1] Freundler. *Bull. Soc. chim.* (3) t. 11, p. 316. Lorsque les substitutions ou introductions de radicaux se font en même temps sur deux groupes, comme c'est le cas pour les éthers maliques tartriques etc, il est possible que le tétraèdre schématique soit plus facilement déformé. En outre, il convient de rappeler que la démonstration de M. Freundler suppose que les deux masses *a* et *b* et leurs moments croissent toujours d'une même quantité *m*. Lorsqu'on suppose toutes les masses aux sommets d'un tétraèdre régulier, cela permet en effet de considérer le produit d'asymétrie comme une fonction d'une seule variable. Mais si l'on se place dans le cas général, c'est-à-dire si l'on suppose les quatre masses à des distances inégales du centre de figure du carbone asymétrique et exerçant les unes sur les autres des attractions, ou répulsions, les deux masses variables *a* et *b* pourront bien augmenter l'une et l'autre d'une *même* quantité *m*, mais leurs moments (produits des masses par les distances du centre de figure du carbone asymétrique aux centres de gravité des masses) augmenteront de quantités *différentes*. En d'autres termes, le produit d'asymétrie qui, dans l'hypothèse simplifiée, était une fonction d'une variable deviendra, pour la formule complète, une fonction de deux variables, la forme de la courbe pourra dans ce cas être très différente de celle indiquée par la figure ci-dessus. L'anomalie signalée récemment par M. Freundler (*Bull. Soc. Chim.* 3. t. 13 p. 6) dans une note préliminaire sur les éthers de l'acide méthyladipique est évidemment en relations avec des considérations de cette nature.

appartenant à une même série homologue, tendent en effet à prouver que celles-ci ne sont représentées que par des courbes à allure toujours croissante ou toujours décroissante ; ces courbes peuvent revêtir parfois un caractère asymptotique ; mais elles ne présentent pas de maximum ni de minimum. Tel est le cas, par exemple, des volumes moléculaires, des températures d'ébullition, des réfractions moléculaires, de la dispersion moléculaire, des constantes capillaires, des chaleurs spécifiques ou de formation, des rotations magnétiques, etc., etc.

Les seuls corps actifs qui puissent être pris ici en considération sont caractérisés ou par un seul carbone asymétrique ou par deux carbones asymétriques identiques. Ce sont des composés répondant aux formules C *a b c d* et C *a b c* — C *a b c*.

Dans ce dernier cas, il est évident d'après les considérations développées sur la superposition des effets optiques des carbones asymétriques dans une même molécule[1] que l'on doit raisonner comme si chaque carbone était seul, l'activité totale étant égale au double de celle d'un seul carbone asymétrique. En d'autres termes, les corps de la formule C *a b c* — C *a b c* rentrent dans le cas des composés C *a b c d* : pour cela, il suffit de poser *d* = C *a b c*.

Nous aurons donc à passer en revue les résultats obtenus dans l'étude des corps actifs homologues chez lesquels le groupe le plus lourd *a* est seul variable, ou chez lesquels les deux groupes les plus lourds, *a* et *b*, sont seuls variables.

[1] Guye et Gautier. *Bull Soc. Chim.* (3) t. 11 p. 1178 et t. 13 p. 457.

Pour la mesure de l'activité optique, trois constantes ont été proposées :

1° La rotation spécifique . $\left[\alpha\right]_D = \frac{\alpha}{l \times d}$

2° La rotation moléculaire $\left[M\right]_D = \left[\alpha\right]_D \frac{M}{10}$

3° La déviation moléculaire $\left[\delta\right]_D = \frac{\alpha}{l} \sqrt[3]{\frac{M}{d}}$

Au premier abord, il semblerait nécessaire de calculer pour chaque série de corps les valeurs de ces trois constantes. Bien que nous ayons fait ainsi, lors de la publication de nos premiers résultats, nous croyons cependant devoir nous servir exclusivement dans ce mémoire de la « rotation spécifique. » Deux raisons nous y engagent :

D'une part, ce mode de faire, a l'avantage de ne rien changer aux habitudes actuelles; et d'autre part, les deux dernières constantes ne deviennent intéressantes que si la formule du produit d'asymétrie permettait sous sa forme actuelle de déterminer *a priori* avec une complète exactitude la position du maximum d'activité dans chaque série homologue. Or, comme on le verra dans la suite de ce travail, tel n'est pas encore le cas.

Dans ces conditions, l'emploi des deux dernières constantes nous paraît devoir être différé jusqu'à l'époque où l'étude de ces problèmes sera plus avancée.

Théoriquement nous devrions enfin comparer les valeurs des rotations spécifiques à celles du produit d'asymétrie qui, sous sa forme complète, est donné par la formule[1] :

[1] Guye. *Loc. cit.*

$$P = \frac{(A_1 - B_1 + h_1)(A_2 - C_2 + h_2)(A_3 - D_3 + h_3)(B_4 - C_4 + h_4)(B_5 - C_5 + h_5)(C_6 - D_6 + h_6)}{(a + b + c + d)^6}$$

Mais dans l'impossibilité où l'on est actuellement de déterminer tous les éléments numériques dont dépend cette formule, nous avons adopté la forme simplifiée qu'elle revêt, lorsqu'on suppose les masses a, b, c, d concentrées aux quatre sommets d'un tétraèdre régulier, soit :

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6}(l \sin. \alpha)^6$$

ou bien, en négligeant le facteur constant $(l \sin. \alpha)^6$:

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6}$$

Cette formule fait abstraction d'un trop grand nombre d'éléments pour qu'il n'y ait pas souvent désaccord entre l'expérience et la théorie, en ce qui concerne du moins la position exacte du maximum. On verra qu'il en est ainsi dans un grand nombre de cas. Les valeurs de P que nous avons calculées ne sont donc que de simples indications. *L'essentiel est de déterminer expérimentalement la courbe des pouvoirs rotatoires dans chaque série homologue, et de s'assurer que cette courbe revêt bien exclusivement l'une ou l'autre des deux formes suivantes :*

a) *Le tracé avec valeur maximum de* $[\alpha]_D$, *indiqué en A B C D dans la figure ci-dessus.*

b) *Le tracé avec valeurs décroissantes de* $[\alpha]_D$, *indiqué en B C D.*

On démontre en effet que si le tétraèdre est peu déformé lorsqu'on passe d'un terme à l'autre d'une série homogue, la courbe des valeurs de P, déduite de la formule complète, a la même forme que celle tirée de la formule incomplète, avec cette différence que la position du maximum sur la première courbe peut être avancée ou reculée[1] par rapport à la dernière courbe.

Nous avons subdivisé les diverses séries de corps actifs étudiés en :

1° Séries homologues à un seul groupe variable.

2° Séries homologues à deux groupes variables.

3° Séries formées de corps voisins, mais non homologues.

Les séries sous chiffres 1° et 2° ont été enfin réparties chacune en deux groupes :

a) Séries présentant un maximum de $[\alpha]_D$.

b) Séries ne présentant pas un maximum de $[\alpha]_D$.

I. SÉRIES HOMOLOGUES A UN SEUL GROUPE VARIABLE

Les séries homologues à un seul groupe variable, étudiées aujourd'hui, sont au nombre de dix-sept.

Elles appartiennent aux dérivés amyliques, glycériques, maliques, tartriques, amyliques secondaires, lactiques α-oxybutyriques et chloropropioniques.

Nous distinguerons deux groupes de séries homologues:

a) Celles qui présentent un maximum de $[\alpha]_D$.

b) Celles qui ne présentent aucun maximum de $[\alpha]_D$.

[1] Guye. *Comptes Rendus* t. 116, p. 1451.

PREMIER GROUPE

Séries avec maximum de $[\alpha]_D$.

1. Ethers sels de l'alcool amylique $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!CH\,CH^2OH$ (Voir 2e partie). Ces éthers dérivent tous des acides de la série normale.

Corps.	Formules.	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Formiate d'amyle	$C^5H^{11}\,CO^2\,H$	2.01	332
Acétate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,CH^3$	2.53	**374**
Propionate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^2H^5$	**2.77**	373
Butyrate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^3H^7$	2.69	351
Valérate d'amyle	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^4H^9$	2.52	321
Caproate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^5H^{11}$	2.40	289
Heptylate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^6H^{13}$	2.21	258
Caprylate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^7H^{15}$	2.10	229
Nonylate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^8H^{17}$	1.95	204
Undécylate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^{10}H^{21}$	1.88	161
Laurate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^{11}H^{23}$	1,56	144
Palmitate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^{15}H^{31}$	1.28	93.5
Stéarate »	$C^5H^{11}\,CO^2\,C^{17}H^{35}$	1.27	76.7

Dans cette série, le maximum du pouvoir rotatoire correspond au propionate d'amyle, et celui du produit d'asymétrie à l'acétate d'amyle. Pour les termes élevés, les valeurs de $[\alpha]_D$ sont asymptotiques; elles ne changent pas de signe, comme on pourrait le supposer en prolongeant empériquement la portion de la courbe figurée en B C (voir figure ci-dessus).

2. Ethers oxydes de l'alcool amylique. (Voir 2e partie.) Ces éthers dérivent de l'alcool amylique et des radicaux alcoylés, les uns primaires et normaux, les autres un peu différents.

Corps.	Formules.	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Oxyde de méthyl amyle	$O\langle CH^3 / C^5H^{11}$	0.39	218
Oxyde d'éthyl amyle	$O\langle C^2H^5 / C^5H^{11}$	0.61	332
Oxyde de propyl amyle	$O\langle C^3H^7 / C^5H^{11}$	0.90	**374**
Oxyde de butyl N isoamyle	$O\langle C^4H^9 / C^5H^{11}$	**1.33**	373
Oxyde de butyl iso amyle	$O\langle C^4H^9 / C^5H^{11}$	0.96	373
Oxyde d'amyle amyle	$O\langle CH^2CH^2CH\langle CH^2 / CH^2 \;\; CH^2CH\langle CH^3 / C^2H^5$	0 70	
Oyyde de cétyl amyle	$O\langle C^{16}H^{33} / C^5H^{11}$	0.31	104
Oxyde de benzyl amyle	$O\langle C^6H^5CH^2 / C^5H^{11}$	1.82	307

Les valeurs maxima du pouvoir rotatoire et du produit d'asymétrie correspondent aux éthers butylique et propylique.

3. Ethers sels de l'acide valérique actif. (Voir 2e partie.) L'alcool amylique actif, soumis à l'oxydation, se convertit en un acide valérique actif qui a été le point de départ de la préparation des éthers homologues ci-après.

Corps.	Formule.	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Acide valérique	$C^4H^9CO^2H$	13.64	218
Valérate de méthyle	$C^4H^9CO^2CH^3$	**16.83**	332
» éthyle	$C^4H^9CO^2C^2H^5$	13.44	**374**
» propyle	$C^4H^9CO^2C^3H^7$	11.68	364
» butyle *n*	$C^4H^9CO^2C^4H^9$	10.60	351
» isobutyle	$C^4H^9CO^2C^4H^9$	10.48	351
» benzyle	$C^4H^9CO^2C^6H^5CH^2$	5.31	221

Dans cette série, on n'observe de maximum du pouvoir rotatoire qu'en prenant comme premier terme l'acide valérique ; le maximum correspond alors au valérate de méthyle, et celui du produit d'asymétrie au valérate d'éthyle. Si l'on fait abstraction de l'acide valérique, ces éthers forment une série de corps à pouvoirs rotatoires décroissants dès le premier terme.

4. Hydrocarbures amyliques. (Mlle Welt[1]).

Ces corps préparés et étudiés par Mlle Welt peuvent être considérés comme les combinaisons du radical amyle actif avec les radicaux méthyle-éthyle, etc.

Corps.	Formule.	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
1. Ethylamyle	$\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!> CH\,CH^2C^2H^5$	6.23	195
2. Propylamyle	$\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!> CH\,CH^2C^3H^7$	6.44	321
3. Isobutylamyle	$\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!> CH\,CH^2C^4H^9$	5.88	371
4. Diamyle	$C^{10}H^{22}$	$2 \times 5.97 = 11.95$	**374**

Pour le diamyle, corps caractérisé par deux carbones asymétriques identiques, la rotation spécifique due à un

[1] Welt. *Bull. Soc. Chim.* (3). T. 11, p. 1178.

seul carbone asymétrique est 5.97, soit la moitié de la rotation spécifique observée + 11.95. En outre, il convient de remarquer que les termes 3 et 4 ne sont pas exactement comparables aux termes 1 et 2, chez lesquels le radical amyle actif est combiné à des radicaux normaux (éthyle, propyle). Néanmoins, l'existence d'un maximum de pouvoir rotatoire dans cette série ne paraît devoir faire l'objet d'aucun doute.

5. Ethers sels de l'alcool amylique secondaire. (Le Bel[1]).

Cet alcool $CH^3.CHOH.C^5H^7$, dédoublé par M. Le Bel, lui a permis de préparer trois éthers sels dont les rotations spécifiques passent par un maximum.

Ethers	Formules.	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie.
Acétate d'amyle secondaire	$CH^3CH(OCOCH^3)$ C^3H^7	— 4.06	249
Propionate d'amyle secondaire	$CH^3CH(OCOC^2H^5)$ C^3H^7	— **8.55**	390
Butyrate d'amyle secondaire	$CH^3CH(OCOC^3H^7)$ C^3H^7	— 8.25	483
Valérate d'amyle secondaire	$CH^3CH(OCOC^4H^9)$ C^3H^7	—	**490**
Caproate d'amyle secondaire	$CH^3CH(OCOC^5H^{11})$ C^3H^7	—	487

Le produit d'asymétrie ne passe par un maximum qu'avec le valérate d'amyle secondaire.

6. Ethers sels de l'acide glycérique avec les alcools primaires normaux $CH^2OH.CHOH.CO^2R$.

MM. Frankland et Mac Gregor, après avoir isolé l'acide glycérique lévogyre en ont préparé plusieurs intéressantes séries d'éthers[2].

[1] Le Bel. *C. R.* T. 120 p. 254.

[2] *Journ. of the chem. soc.* 1893, p. 1416.

Ethers.		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Glycérate de méthyle	$C^2H^5O^2.CO^2.CH^3$	—4.80	289
» d'éthyle	$C^2H^5O^2.CO^2.C^2H^5$	—9.18	345
» de propyle	$C^2H^5O^2.CO^2.C^3H^7$	—12.94	**358**
» de butyle *n.*	$C^2H^5O^2.CO^2.C^4H^9$	—**13.19**	347
» d'heptyle	$C^2H^5O^2.CO^2.C^7H^{15}$	—11.30	269
» d'octyle	$C^2H^5O^2.CO^2.C^9H^{19}$	—10.22	241

7. Ethers sels de l'acide diacétylglycérique avec les alcools primaires normaux (Frankland et Mac Gregor).

$$CH^2(OCO.CH^3)CH(OCOCH^3)COOR$$

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asym. $P \times 10^6$
Diacétylglycérate de méthyle	$C^6H^9O^4.CO^2.CH^3$	+12.04	0
» d'éthyle	$C^6H^9O^4.CO^2.C^2H^5$	+16.31	0
» de propyle	$C^6H^9O^4.CO^2.C^3H^7$	+**19.47**	17.4
» d'heptyle	$C^6H^9O^4.CO^2.C^7H^{15}$	+16.63	67.4
» de capryle	$C^6H^9O^4.CO^2.C^8H^{17}$	+15.87	90.7

Le maximum de $[\alpha]_D$ est compris entre l'éther propylique et l'éther heptylique. Celui de P n'est atteint que par l'éther du radical $C^{13}H^{27}$.

8. Ethers sels du malate de méthyle. (Walden [1]).

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymét. $P \times 10^6$
Acétyl-malate de méthyle	$CH^2.CO^2.CH^3$ $CHO(CH^3CO)CO^2CH^3$	—22.37	0
Propionyl-malate de méthyle	$CH^2.CO^2CH^3$ $CHO(C^2H^5CO)CO^2CH^3$	—**22.90**	0
Butyryl-malate de méthyle	$CH^2.CO^2.CH^3$ $CHO(C^3H^7CO)CO^2CH^3$	—22.51	17.4

[1] Walden. *Zeitsch. f. Phys. Chem.*, t. 17, p. 245.

9. *Ethers sels de l'acide lactique* $CH^3.CHOH.COOR$

Les éthers suivants ont été préparés par M. Walcker[1] :

		Rot. spécif. $[\alpha]_D$	Prod. d'asym. $P \times 10^6$
Lactate de méthyle	$C^5H^5O^3.CH^3$	—11.10	79
» d'éthyle	$C^5H^5O^3.C^2H^5$	—14.52	74
» de propyle	$C^5H^5O^3C^3H^7$	—17.06	65

Ces observations n'indiquent aucun maximum. Mais, d'après des recherches encore inédites, faites par l'un de nous en collaboration avec M. Goudet, le pouvoir rotatoire du lactate de butyle normal est certainement inférieur à celui de l'éther propylique. C'est donc ce dernier qui donne la valeur maximum de $[\alpha]_D$.

10. Ethers de l'acide α- oxybutyrique. (Guye et Jordan[2]).
$C^2H^5.CH\,OH.CO\,OR$.

		Rotat. spécif. $[\alpha]_D$	Prod. d'asym. $P \times 10^6$
Oxybutyrate d'éthyle	$C^4H^7O^3C^2H^5$	—1.9	319
» de propyle	$C^4H^7O^3C^3H^7$	—	**330**
» d'isobutyle	$C^4H^7O^3C^4H^9$	—7.7	309
» de butyle *n*	$C^4H^7O^3C^4H^9$	—**9.7**	309
» d'heptyle	$C^4H^7O^3C^7H^{15}$	—6.1	233
» d'ortyle	$C^4H^7O^9C^8H^{17}$	—5.3	209

11. Dérivés acétylés des éthers de l'acide α-oxybutyrique (Guye et Jordan).
$C^2H^5.CH\,(OCOCH^3).\,COO\,R$

		Rotat. spécif. $[\alpha]_D$	Prod. d'asym. $P \times 10^6$
Ether isobutylique	$C^6H^9O^4C^4H^9$	—27.9	228
» butylique *n*	$C^6H^9O^4C^4H^9$	—**30.7**	228
» heptylique	$C^6H^9O^4C^7H^{15}$	—21.8	**425**
» octylique	$C^6H^9O^4C^8H^{17}$	—18.6	341

[1] Walker. *J. Chem. Soc.* 1895, p. 922.

[2] Guye et Jordan. C. R., t. 120, p. 1274.

DEUXIÈME GROUPE

Séries homologues sans maximum de $[\alpha]_D$.

12. Ethers amyliques homologues de l'acide chloracétique. (voir 2e partie).

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asym. $P \times 10^6$
Monochloracétate d'amyle	+ 3.44	337
Monochloropropionate d'amyle	+ 3.04	306

13. Ethers amyliques dérivés des acides aromatiques.

Corps.	Formules.	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétr. $P \times 10^6$
Benzoate d'amyle	$C^6H^5.CO^2.C^5H^{11}$	+ 4.96	275
Phénylacétate d'amyle	$C^6H^5.CH^2.CO^2.C^5H^{11}$	+ 3.84	245
Phénylpropionate d'amyle	$C^6H^5.C^2H^4CO^2.C^5H^{11}$	+ 2.15	218

14. Ethers oxydes à radicaux aromatiques. (Mlle Welt.)

Corps.	Formules	Rotat. spécif. $[\alpha]_D$	Prod. d'asym. $P \times 10^6$
Oxyde de phénylamyle	$C^6H^5OC^5H^{11}$	+ 4.01	309
Oxyde de benzylamyle	$C^6H^5CH^2OC^5H^{11}$	+ 1.82	278

15. Ethers de l'acide amylacétique. (Mlle Welt.)

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Amylacétate de méthyle	+ 6.71	375
» d'éthyle	+ 6.66	343

16. Ethers sels de l'acyde glycérique avec les alcools secondaires. (Frankland et Mac Gregor.)

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymét. $P \times 10^6$
Glycérate d'isopropyle	$CH^2OH.CHOH.CO^2C^3H^7$	—11.82	458
Glycérate de butyle secondaire	$CH^2OH.CHOH.CO^2C^4H^9$	—10.58	347

17. *Ethers sels de l'acide chloropropionique* $CH^3.CHCl\ COOR$ (Walker [1]).

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Éther sel de méthyle	$C^5H^4ClO^2.CH^3$	+26.83	326
» d'éthyle	$C^5H^4ClO^2.C^2H^5$	+19.88	416
» de propyle	$C^5H^4ClO^2.C^3H^7$	+11.00	447

Le maximum de P est atteint avec un éther supérieur.

II. SÉRIES HOMOLOGUES A DEUX GROUPES VARIABLES

Les séries homologues à deux groupes variables étudiées aujourd'hui sont au nombre de sept. Elles appartiennent aux dérivés maliques et tartriques.

PREMIER GROUPE

Séries avec maximum de $[\alpha]_D$

18. Ethers neutres de l'acide tartrique. D'après les recherches de M. Freundler [1], le maximum ne paraît devoir faire l'objet d'aucun doute; car s'il est incertain, en ce qui concerne les éthers purs, dont quelques-uns n'ont pu être étudiés qu'à l'état de surfusion, on le retrouve lorsqu'on effectue les observations sur les solutions alcooliques.

Corps.	Formules.	Rotation spécifique $[\alpha]_D$ Ether pur.	Rotation spécifique $[\alpha]_D$ Solut. alcool.	Produit d'asym. $P \times 10^6$
Tartrate de méthyle	$C^4H^4O^6(CH^3)^2$	+2.1	—	395
» éthyle	$C^4H^4O^6(C^2H^5)^2$	+7.7	—	318
» propyle	$C^4H^4O^6(C^3H^7)^2$	+12.4	+12	280
» butyle	$C^4H^4O^6(C^4H^9)^2$	+10.3	+11.3	245

[1] Walker, *loc. cit.*

[1] Freundler. *Thèse.* Paris 1894, p. 63 ou *loc. cit.*

Les valeurs de $[\alpha]_D$ passent par un maximum, celles de P sont constamment décroissantes.

19. Ethers neutres de l'acide malique. (Anschütz et Reiter[1].)

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Malate de méthyle	$CH^2CO^2CH^3$		
	$CHOHCO^2CH^3$	—6.88	193
» d'éthyle	$CH^2CO^2C^2H^5$		
	$CHOHCO^2C^2H^5$	—10.65	167
» de propyle	$CH^2CO^2C^3H^7$		
	$CHOHCO^2C^3H^7$	**—11.60**	148
» de butyle	$CH^2CO^2C^4H^9$		
	$CHOHCO^2C^4H^9$	—10.72	126

20. Ethers neutres de l'acide malique. (Walden[2].)

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Malate de méthyle	—6.20	193
» d'éthyle	—9.83	170
» de propyle	**—11.50**	148
» d'isobutyle	—11.08	122
» de capryle	—7.13	97

21. *Ethers sels de l'acide méthoxysuccinique* $COOR.CH^2.CH(OCH^3).COOR$.

Ces éthers ont été préparés et étudiés par MM. Purdie et Williamson[3].

		Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Ether méthylique	$C^5H^6O^5(CH^3)^2$	52.51	106
» éthylique	$C^5H^6O^5(C^2H^3)^2$	50.11	122
» propylique	$C^5H^6O^5(C^3H^7)^2$	45.21	**125**
» butyliquen	$C^5H^6O^5(C^4H^9)^2$	46.63	121

[1] Anschütz et Reiter, *Zeitschr. f. phys. Chem.* t. 16, p. 495.

[2] Walden, *loc. cit.*

[3] Purdie et Williamson, *J. Chem. Soc. Trans.* 1895, p. 979.

22. *Ethers sels de l'acide éthoxysuccinique* COOR.CH².CH (OC²H⁵).COOR (Purdie et Williamson).

Ether méthylique	$C^6H^8O^5(CH^3)^2$	60.98	32
» éthylique	$C^6H^8O^5(C^2H^5)^2$	55.48	59
» propylique	$C^6H^8O^5(C^3H^2)^2$	51.25	76
» butylique n	$C^6H^8O^5(C^4H^9)^2$	46.43	85

Le maximum de P serait atteint avec un éther supérieur.

23. Ethers sels du tartrate de méthyle. (Freundler.)

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$		Produit d'asym. sol. alc.P×10⁶×2
Dibutyryl tartrate de méthyle	$CHO(C^3H^7CO)CO^2CH^3$ $CHO(C^3H^7CO)CO^2CH^3$	liquide. —15.1	—12.6	396
Divaleryl tartrate de méthyle	$CHO(C^4H^9CO)CO^2CH^3$ $CHO(C^4H^9CO)CO^2CH^3$	-16.1	-12.9	496
Dicaproyl tartrate de méthyle	$CHO(C^5H^{11}CO)CO^2CH^3$ $CHO(C^5H^{11}CO)CO^2CH^3$	—15.9	—12.4	564

DEUXIÈME GROUPE

Séries sans maximum de $[\alpha]_D$

24. Ethers sels du tartrate de propyle (Freundler).

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$ liq.	$[\alpha]_D$ en sol.	Produit d'asymétr. P×10⁶×2
Dipropionyl tartrate de propyle	$CHO(C^2H^5CO)CO^2C^3H^7$ $CHO(C^2H^5CO)CO^2C^3H^7$	+5.6	+6.3	+18.4
Dibutyryl tartrate de propyle	$CHO(C^3H^7CO)CO^2C^3H^7$ $CHO(C^3H^7CO)CO^2C^3H^7$	+5.2	+6.2	0
Divaleryl tartrate de propyle	$CHO(C^4H^9CO)CO^2C^3H^7$ $CHO(C^4H^9CO)CO^2C^3H^7$	+3.3	+3.6	—5.6
Dicaproyl tartrate de propyle	$CHO(C^5H^{11}CO)CO^2C^3H^7$ $CHO(C^5H^{11}CO)CO^2C^3H^7$	+2.2	+3 6	—224

25. Ethers de l'acide acétyl-malique. (Anschütz et Reiter[1]).

		Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymét. $P \times 10^6$
Acétylmalate de méthyle	$CH^2CO^2CH^3$ $CHO(CH^3CO)CO^2CH^3$	—22.86	0
Acétylmalate d'éthyle	$CH^2CO^2C^2H^5$ $CHO(CH^3CO)CO^2C^2H^5$	—22.60	17.4
Acétylmalate de propyle n	$CH^2CO^2C^3H^7$ $CHO(CH^3CO)CO^2C^3H^7$	—22.68	35.3
Acétylmalate de butyle	$CH^2CO^2C^7H^9$ $CHO(CH^3CO)CO^2C^4H^9$	—19.93	50.4

Si l'on se place au point de vue purement expérimental, on constate que les séries à deux groupes variables sont caractérisées comme les précédentes ou par un maximum de $[\alpha]_D$ ou par des pouvoirs rotatoires décroissant dès le premier terme. Les valeurs du produit d'asymétrie ne s'accordent pas très bien avec celles de $[\alpha]_D$; il faut en conclure que les déformations du tétraèdre deviennent notables.

III. SÉRIES DE CORPS NON HOMOLOGUES

On peut se demander enfin si les séries de dérivés halogénés dans lesquelles on remplace successivement le chlore par le brome et l'iode; ou un atome de chlore successivement par deux, trois atomes du même élément se comportent peut-être comme des séries homologues. En effet, si le schéma moléculaire est peu déformé en passant d'un terme à l'autre, ce résultat est possible; si au contraire, les déformations sont notables, la courbe des pouvoirs rotatoires prendra une forme qui ne peut encore être prévue.

[1] Anschütz et Reiter, *loc. cit.*

C'est dans le sens de cette seconde alternative que doivent être interprêtées les données expérimentales réunies dans les tableaux suivants:

26. Ethers amyliques halogénés. (Le Bel[1].)

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$		Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Chlorure d'amyle	+1.24		283
Bromure d'amyle	+3.75	(2.47)	364
Iodure d'amyle	+5.34 à 5.41	(3.79)	302

Les valeurs entre parenthèses sont celles que nous avons obtenues.

27. Ethers acétiques halogénés. (voir 2e partie)

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Monochloracétate d'amyle	+3.44	337
Dichloracétate d'amyle	+2.77	260
Trichloracétate d'amyle	+2.71	194

28. Ethers acétiques halogénés. (voir 2e partie)

	Rotat. spécif. $[\alpha]$	Prod. d'asymét. $P \times 10^6$
Monochloracétate d'amyle	3,44	337
Monobromacétate d'amyle	2,06	239

Seuls les dérivés des acides mono- di- et trichloré paraissent se comporter comme de vrais homologues.

Par contre, dans les séries homologues d'un acide halogéné, les pouvoirs rotatoires suivent la même allure que précédemment, ainsi que le prouvent les observations relatives à la serie 12.

[1] Le Bel. *Bull. Soc. chim.* (2) t. 21. p. 542.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Si l'on jette un coup-d'œil rétrospectif sur l'ensemble des résultats dont nous venons de rendre compte, on peut en déduire les conclusions générales suivantes:

1° Pour les corps à un seul carbone asymétrique C *a b c d* (ou a deux carbones asymétriques identiques, ce qui revient à peu près au même), dont le groupe le plus lourd seul varie, la formule du produit d'asymétrie indique que le pouvoir rotatoire passe par un maximum et prend ensuite des valeurs décroissantes ; si le groupe le plus lourd *a* est déjà considérable, les valeurs du pouvoir rotatoire seront décroissantes dès le premier terme.

2° En complet accord avec cette déduction théorique, on constate que sur les 23 séries de corps actifs homologues répondant aux conditions ci-dessus, il y en a 16 (séries 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 19, 21, 22, 23) dont les valeurs de $[\alpha]_D$ passent par un maximum, et 7 dont les valeurs de $[\alpha]_D$ sont immédiatement décroissantes dès le premier terme; aucune n'accuse une autre allure.

La fonction par laquelle on représentera le pouvoir rotatoire doit donc satisfaire à l'une où l'autre de ces conditions; la formule complète du produit d'asymétrie dépend d'un assez grand nombre d'éléments pour qu'il en soit toujours ainsi.

3° Dans un grand nombre de cas, le maximum de $[\alpha]_D$ ne coïncide pas avec celui de P calculé par la formule incomplète. Cependant, lorsque le carbone asymétrique est de structure simple (séries 1, 2, 3, 6, 10, 11), — c'est-à-dire lorsque les valeurs de P calculées par la formule incomplète se rapprochent certainement le plus de celles que donnerait la formule complète, —

le maximum de $[\alpha]_D$ est généralement très voisin de celui de P. Cette indication de la formule du prduit d'asymétrie n'est donc pas un fait purement accidentel.

4° Ces résultats ne s'appliquent qu'aux composés strictement homologues ; si l'on remplace dans une série d'éthers normaux un radical butyle par un radical isobutyle, ou bien un atome de chlore par un atome de brome, la courbe des pouvoirs rotatoires prend une forme souvent différente. On peut conclure de là, — en se reportant aux considérations théoriques qui ont été développées pour établir l'existence d'un maximum de $[\alpha]_D$, — que dans le tétraèdre schématique, les angles des valences restent à peu près constants dans une même série strictement homologue, mais peuvent différer parfois notablement lorsqu'on passe d'un corps d'une série à un corps d'une autre série même très voisine.

5° Si l'on compare les dérivés amyliques isomères, tels que les éthers de l'acide valérique et les éthers de l'alcool amylique, on constate que les pouvoirs rotatoires sont notablement différents :

TABLEAU

	$[\alpha]_D$		$[\alpha]_D$
Valérate de méthyle	16,83	Formiate d'amyle .	2.01
» d'éthyle .	13,44	Acétate » .	2.53
Valérate de propyle	11,68	Propionate d'amyle	2.77
» de butyle	10,60	Butyrate »	2.69

Si l'on se reporte au schéma tétraédrique et si l'on suppose concentrées aux quatre sommets du tétraèdre les masses des quatre groupes reliés au carbone asymétrique, les pouvoirs rotatoires de ces isomères devraient être égaux, ou sensiblement égaux ; en effet, les deux groupes CH^2COO^2R et $COOCH^2R$, de masses égales, agissent probablement sur des bras de levier peu différents.

Il faut donc en conclure que le pouvoir rotatoire dépend non seulement des masses et des bras de levier sur lesquels celles-ci agissent, mais encore des positions relatives de ces masses les unes par rapport aux autres; positions qui dépendent, avant tout, des attractions et répulsions qui s'exercent entr'elles ; on conçoit en effet aisément que suivant la nature et l'intensité de ces attractions et répulsions, les valeurs numériques du produit d'asymétrie puissent varier considérablement et même parfois changer de signes.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

F. Louis Perrot. Dissociation du chlorure de zinc par l'eau. (*Bul. Soc. Chim.* Paris, t. 13 p. 975 Genève).

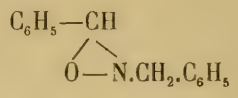
En voulant déterminer à nouveau les chaleurs spécifiques des dissolutions aqueuses et étendues de $ZnCl^2$, pour lesquelles les données numériques de Marignac ne se prêtent pas au calcul par la formule de M.-E. Mathias, l'auteur a constaté que le chlorure de zinc est dissocié par l'eau et qu'il se forme un oxychlorure, correspondant, dans les conditions de ses expériences, à la formule $ZnCl^2 . 5 ZnO . 6 H^2O$. Il résulte des essais de l'auteur sur ce sujet qu'à partir d'un nombre de molécules d'eau probablement un peu inférieur à 75 un équilibre est atteint, car à partir de cette quantité il ne se produit plus de nouvelles quantités d'oxychlorure de quelque manière que l'eau soit ajoutée. Cet équilibre résulte sans doute de deux réactions inverses, précipitation d'oxychlorure sous l'action de l'eau et dissolution de cet oxychlorure par HCl formé dans la première réaction.

A. Werner et H. Buss. Observations sur les ethers benzyliques des oximes (*Berichte* XXVIII, 1278, Zurich).

En reprenant la préparation de l'α benzylhydroxylamine par la méthode de Beckmann, ils ont obtenu un corps solide qui paraît être un éther o-benzylique de la benzaldoxime

$C_6H_5.CH = NOCH_2.C_6H_5$; on ne peut encore préciser s'il appartient à la série syn ou à la série anti.

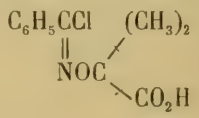
Beckmann a obtenu un éther benzylique de l'acétoxime, fusible vers 120-123°. Cette substance se forme aussi par benzylation directe (acétoxime, alcool sodé et chlorure de benzyle suivie de distillation dans la vapeur d'eau. C'est l'éther az de l'acétoxime



A. Werner et F. Bial. Sur l'acide hydroxylamine-isobutirique (*Berichte*, XXVIII, 1374, Zurich).

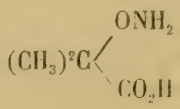
Lorsqu'on chauffe au bain-marie un mélange de benzènylamidoxime, d'éther α bromo-isobutirique et de potasse alcoolique on obtient principalement l'anhydride benzénylamidoxime-isobutirique avec une petite quantité de l'éther éthylique correspondant. Lorsqu'on chauffe cet anhydride, fusible à 112°, vers 130° avec de l'acide chlorhydrique concentré on obtient le chlorhydrate de l'acide amidé. L'acide obtenu de l'éther par saponification forme des aiguilles fusibles à 111-112°.

La réaction de Sandmeyer s'applique facilement au chlorhydrate de l'acide benzènyl-amidoxime-isobutirique. L'acide α benzènylchloroxime-isobutirique



fond à 81°, son dérivé chloré ou bromé traité par l'alcool sodé donne le dérivé oxéthylé, qui est une huile.

L'acide α hydroxylamine-isobutirique



résulte du dédoublement de l'acide benzènylamidoxime- isobutirique par l'acide chlorhydrique dilué. Il donne des sels bien cristallisés.

ROLAND SCHOLL et G. BORN. ACTION DE L'HYPOAZOTIDE SUR LES CÉTOXYMES (*Berichte* XXVIII, 1361. Zurich).

L'action de l'hypoazotide sur les solutions éthérées des cétoxymes fournit en général des pseudonitrols cependant avec la camphoroxime on obtient de l'azotate de camphorimine, et avec la pinacolinoxime $CH_3C.NOH.C(CH_3)^3$ on obtient une huile qui a la formule $C_6H_{12}N_2O_2$. Cette huile régénère la pinacolinoxime lorsqu'on la traite par l'hydroxilamine, et la pinacoline lorsqu'on la soumet à l'oxydation par l'acide chromique en solution acétique; enfin elle résiste à la saponification. Ces faits permettent de lui donner avec vraisemblance la formule de constitution d'une pinacoline-nitrimine :

$$(CH_3)_3C > \overset{CH_3}{C} = N.NO_2$$

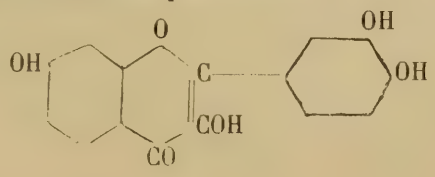
On peut expliquer sa formation par les trois stades suivantes:

Nitrite d'oxime	$>C = NOH.NO_2H$
Puis nitrate d'amine	$>C = NH.NO_2H$
Enfin perte d'eau et nitrimine	$>C = NNO_2$

Les auteurs ont obtenus par l'action d'hypoazotide sur l'acétoxime un corps $C_6H_{12}N_4O_5$ qu'ils croient être un tétraméthyl dinitroazoxyméthane.

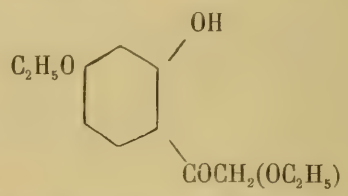
ST. DE KOSTANECKI et J. TAMBOR. CONSTITUTION DE LA FISÉTINE (*Berichte*, XXVIII, 2302, Berne).

La fisétine se distingue de la quercétine, en ce qu'elle renferme à la place du résidu de la phloroglucine. celui de la résorcine ; elle doit avoir pour formule



car elle se transforme facilement en dérivé tétraalcoylé et l'on sait par les recherches de l'un des auteurs et de Dreher que l'hydroxyle de l'oxyxanthone, qui se trouve dans le noyau benzénique en position ortho relativement au carbonyle, ne se laisse pas éthérifier dans les conditions ordinaires.

D'après les recherches d'Herzig sur la fisétine, on sait que son dérivé tétraéthylé se décompose par ébulition avec la potasse alcoolique, en acide diéthylprotocatéchique et en diéthylfisétol. Si la formule proposée est juste le fisétol doit avoir une formule asymétrique et représente une résacétophénone hydroxylée dans la chaîne latérale.



Les auteurs ont pu constater expérimentalement les relations entre le fisétol et la résacétophénone, car la monoéthylrésacétophénone fournit par oxydation le même acide monoéthylrésorcylique que celui qui a été isolé par Herzig comme produit final de l'oxydation du diéthylfisétol,

La résacétophénone fournit un éther mono et un éther diéthylique ; le premier fournit par oxydation en solution alcaline au moyen de permanganate de potassium l'acide éthyl-β-résorcylique de Herzig fusible à 152-154°.

La benzorésorcine, à la méthylation, fournit la benzométhylrésorcine $C_6H_5COC_6H_2CH_3(OH)_2$ et l'éther monométhylique de la benzométhylrésorcine, elle se comporte donc comme les cétones aromatiques de la phloroglucine, dans lesquelles, d'après les observations de Ciamician et Silber, l'atome d'hydrogène du noyau benzénique peut aussi être remplacé par le méthyle.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENEVE

Séance du 19 décembre 1895.

Sulzer. Particularités de la vision binoculaire. — Briquet. Nouvel hybride, Bupleurum Guineti. — A. Brun. Observations sur les chaux hydrauliques.

M. Sulzer parle de quelques *particularités de la vision binoculaire.* Il montre une photographie stéréoscopique de la lune qui donne l'illusion d'un ellipsoïde très allongé. Les deux clichés ont été pris à des époques différentes et les images des irrégularités de la surface lunaire sont orientées d'une façon différente dans les deux photographies par rapport à la circonférence de la projection de la lune. Cette illusion s'explique d'une manière analogue à celle produite par deux sphères couvertes de cercles concentriques équidistants. Placées dans le stéréoscope, les axes des sphères étant parallèles, la fusion des deux images produit la perception d'une sphère. Quand on rend les deux axes divergents ou convergents par rapport à l'observateur, celui-ci voit une surface creuse, ou une sphère allongée.

Quand on fournit aux deux yeux des champs de coloration différents, leur fusion dans le stéréoscope donne lieu au phénomène bien connu de l'antagonisme des champs visuels. Cette expérience produit en outre un phénomène qui n'a pas encore été décrit. La teinte et la clarté de la couleur résultent de la fusion stéréoscopique de deux surfaces colorées différemment. Elle diffère de la résultante obtenue quand on opère la fusion des mêmes pigments à l'aide du disque de

Plateau. Ce phénomène vient à l'appui de l'hypothèse que les centres cérébraux de la vision binoculaire sont autres que ceux de la vision monoculaire.

M. Briquet fait part à la Société de la découverte d'un hybride nouveau de la famille des Ombellifères. Cet hybride est dû au croisement des *Bupleurum longifolium* et *ranunculoides*. Il présente des caractères morphologiques intermédiaires entre ceux des deux espèces mères. Le degré de stérilité des organes mâle et femelle de cet hybride varie avec les ombellules. M. Briquet a donné à cette plante bizarre, trouvée à la Dôle, le nom de *Bupleurum Guineti*.

M. Albert Brun communique diverses *observations sur les chaux hydrauliques*.

Dans plusieurs mortiers de ces chaux qui ont fait *mal prise*, il a constaté que la quantité d'acide carbonique était suffisante pour saturer toute la chaux (et quelquefois tout le fer et la magnésie) du ciment. La silice avait donc été déplacée par CO_2 et se retrouvait en substance pulvérulente ou dans un état colloïde tel qu'elle se dissolvait dans les acides dilués.

Cette réaction permettrait d'expliquer la formation de petits cristaux de quartz bipyramidé, qui sont si nombreux dans certains calcaires à ciments hybrauliques (Virieu-le-Grand, etc.). En admettant que ce quartz s'est à peu près séparé d'un silicate de chaux altérable donnant d'une part du calcaire, de l'autre le quartz,

Séance du 9 janvier 1896.

Dr Prevost. Action pharmacologique de la coronilline.

M. le Dr Prevost fait une communication relative à l'action pharmacologique de la *coronilline*, glucoside extrait des graines de plusieurs espèces de coronille (C. Scorpioïdes, varia, etc.). Ce produit qu'il a reçu de la maison Merck a été extrait pour la première fois, il y a quelques années par MM. Schlagdenhauffen et Reeb de Nancy qui en ont fait l'objet de

plusieurs mémoires peu connus parus dans le Journal de pharmacie de l'Alsace-Lorraine (1888 à 1893).

Les expériences de M. Prevost, en confirmation de celles de ces auteurs font de la coronilline un poison du cœur, analogue à la digitaline. D'après les expériences de M. Prevost la dose toxique par voie hypodermique et pour 100 gr. d'animal serait :

Grenouille verte	de 0,001 à 0,0015	pour 100 gr.
— rousse	0,0005 à 0,0006	—
Cochon d'Inde	0,0002	—

Le rat blanc offre comme pour tous les poisons de ce groupe une remarquable tolérance, car la dose de 0,02 pour 100 gr. d'animal ne produit chez lui aucun effet appréciable, si ce n'est un peu de diurèse.

L'enregistrement du cœur de grenouille avec l'appareil de Williams, ainsi que l'étude de la pression artérielle chez le lapin ou le chien avec le kymographion Ludwig permettent de suivre les diverses phases de l'empoisonnement du cœur et montrent que comme les autres poisons du cœur la coronilline produit à certaine dose une élévation de la pression artérielle.

Avec l'appareil de Williams M. Prevost a observé quelquefois une singulière arythmie régulière du cœur survenant une demi-heure ou trois quarts d'heure après l'empoisonnement : le cœur se ralentit considérablement opérant trois ou quatre pulsations très lentes durant presque une demi-minute chaque, il leur succède une série de 12 à 13 pulsations rapides, normales et ce véritable cycle irrégulier se reproduit régulièrement : le phénomène pouvant se prolonger pendant longtemps.

Ces recherches seront publiées dans le prochain numéro de la Revue médicale de la Suisse Romande.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 14 novembre 1895

C. Græbe et P. Schestakow. Constitution de la chrysocétone et du chrysène. — F. Reverdin, H. Kauffmann et de Vos. Dérivés des carbonates et des phosphates de naphtyle.

M. le prof. Græbe parle de la *constitution de la chrysocétone et du chrysène.* Dans un précédent travail, fait avec M. G. Darier[1], il avait obtenu le chrysofluorène (phénylène-naphtylène-méthane) par condensation pyrogénée de la β-benzylnaphtaline, et avait tiré de ce fait la conclusion que cet hydrocarbure, et par conséquent aussi le chrysène, sont des dérivés 2.3. de la naphtaline. Cette preuve ne lui paraissant pas suffisante, M. Græbe a cherché à résoudre la question d'une autre manière; de nouvelles recherches, entreprises en collaboration avec M. P. Schestakow, ont fourni les résultats suivants :

L'acide naphtoylbenzoïque, que l'on obtient par condensation de l'anhydride phtalique avec la naphtaline, est transformé, lorsqu'on traite son amide par l'hypobromite de soude, en *o-aminophénylnaphtylcétone*

$$NH_2 - \begin{matrix} C_6H_4 \\ C_{10}H_7 \end{matrix} > CO$$

Conformément à une réaction déjà utilisée par MM. Græbe et Ullmann[2] pour la synthèse de la fluorénone, l'aminophé-

[1] *Archives*, XXXI, 519.

[2] *Archives*, XXXIII, 109. 594.

nylnaphtylcétone, diazotée en solution aqueuse, se convertit en une *phénylène-naphtylène-cétone*

$$\begin{matrix} C_6H_4 \\ | \\ C_{10}H_6 \end{matrix} \Big\rangle CO$$

Celle-ci s'est trouvée être identique à la chrysocétone. Il ne restait plus, pour arriver à la connaissance complète de sa constitution, qu'à déterminer si l'acide naphtoylbenzoïque, point de départ de cette synthèse, est un dérivé α ou un dérivé β de la naphtaline. Or la première alternative doit être admise, les auteurs ayant réussi à transformer l'acide naphtoylbenzoïque, par diverses réactions, soit en acide α-naphtoïque, soit en α-naphtylamine.

La chrysocétone et le chrysène seraient donc, d'après cette nouvelle synthèse et contrairement à ce qu'avaient trouvé MM. Græbe et Darier, des dérivés 1.2. de la naphtaline.

M. F. Reverdin communique les résultats d'un travail qu'il a fait en collaboration avec M. H. Kauffmann puis avec M. de Vos, sur quelques *produits de substitution des carbonates et des phosphates d'α- et de β-naphtyle.* Il résulte de ces recherches que le groupe

$$\begin{matrix} (\alpha) - O \\ (\alpha) - O \end{matrix} > CO,$$

renfermé dans le carbonate d'α-naphtyle, oriente les substituants tels que HSO_3, NO_2, Cl et Br vers la position 4 et préserve la position 2 du noyau de la naphtaline. Le groupe

$$\begin{matrix} (\alpha) - O \\ (\alpha) - O \\ (\alpha) - O \end{matrix} \Big\rangle PO$$

exerce la même influence sur HSO_3 et très probablement aussi sur les autres substituants.

Dans le carbonate de β-naphtyle, en revanche, le groupe

$$\begin{matrix} (\beta) - O \\ (\beta) - O \end{matrix} > CO$$

ne paraît pas provoquer pour le groupe sulfonique et pour

le brome une orientation différente de celle qu'exerce l'hydroxyle. Les essais faits avec le phosphate de β-naphtyle n'ont pas permis de tirer une conclusion certaine sur l'influence du groupe

$$\begin{array}{l}(\beta)-O\diagdown\\(\beta)-O-PO\\(\beta)-O\diagup\end{array}$$

Ces recherches ont conduit les auteurs à préparer les composés suivants qui n'étaient pas encore connus :

Carbonate de nitro-α-naphtyle, $[C_{10}H_6(\overset{(4)}{N}O_2)\overset{(1)}{O}]_2CO$, aiguilles jaune pâle, fusibles à 212°.

Dichlorure du carbonate d'α-naphtyle, $(C_{10}H_7Cl_2O)_2CO$, aiguilles blanches, fusibles vers 200°.

Carbonate de chloro-α-naphtyle $(C_{10}H_6\overset{(4)}{Cl}\overset{(1)}{O})_2CO$, aiguilles blanches, point de fusion 228°.

Chloronaphtol, $C_{10}H_6.OH.Cl(1.4)$, fusible à 116°.

Carbonate de bromo-α-naphtyle, $(C_{10}H_6\overset{(4)}{Br}\overset{(1)}{O})_2CO$, point de fusion 214°.

Bromonaphtol, $C_{10}H_6.OH.Br(1,4)$, point de fusion 127-128°.

Carbonate de bromo-β-naphtyle $(C_{10}H_6\overset{(1)}{Br}\overset{(2)}{O})_2CO$, aiguilles soyeuses, blanches, fusibles à 188-189°.

Carbonate d'iodo-β-naphtyle $(C_{10}H_6\overset{(1)}{I}\overset{(2)}{O})_2CO$. aiguilles blanches, jaunissant à la lumière, fondant à 188-189°.

Ces deux derniers dérivés ont été préparés en faisant passer un courant d'oxychlorure de carbone dans la solution alcaline des bromo et iodonaphtols correspondants.

Séance du 10 décembre.

P.-A. Guye. L'argon. — C. Græbe et M. Leonhardt. Dérivés de l'acide hémimellique. — O. Hinsberg et P. Koller. Réactions des orthodiamines aromatiques avec les aldéhydes.

M. le prof. Guye entretient la Société de la découverte de l'*argon* et donne un résumé des travaux qui ont été publiés sur les propriétés et la nature de ce gaz.

M. le prof. Græbe rend compte de la suite de ses recherches sur l'*acide hémimellique* [1] qu'il poursuit avec M. Leonhardt. Les auteurs ont obtenu par condensation de l'acide hémimellique avec le benzène en présence de chlorure d'aluminium les trois corps suivants :

$$C_6H_3\begin{cases}CO-C_6H_5\\COOH\\COOH\end{cases}\qquad C_6H_3\begin{cases}CO-C_6H_5\\COOH\\CO-C_6H_5\end{cases}\qquad C_6H_3\begin{cases}CO-C_6H_5\\CO-C_6H_5\\COOH\end{cases}$$

Le second dérivé monocétonique prévu par la théorie,

$$C_6H_3\begin{cases}COOH\\CO-C_6H_5.\\COOH\end{cases}$$

a aussi été préparé en partant du sel de potassium de l'anhydride hémimellique.

MM. O. Hinsberg et P. Koller ont étudié les réactions des orthodiamines aromatiques avec les aldéhydes.

L'orthophénylène-diamine se combine avec l'aldéhyde benzoïque, en solution alcoolique, suivant deux proportions différentes; on obtient les dérivés mono- et dibenzyléniques :

$$C_6H_4\begin{cases}N=CH-C_6H_5\\NH_2\end{cases}\quad\text{et}\quad C_6H_4\begin{cases}N=CH-C_6H_5\\N=CH-C_6H_5\end{cases}$$

Ces deux composés sont facilement attaqués par les acides minéraux. Le premier fournit alors, sous l'influence simultanée de l'oxygène de l'air, le *phénylbenzimidazol*

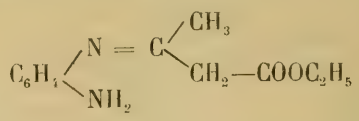
$$C_6H_4\begin{cases}N=CH-C_6H_5\\NH_2\end{cases}+O=C_6H_4\begin{cases}N\\NH\end{cases}C-C_6H_5+H_2O$$

Le second se convertit en *benzylphénylbenzimidazol*

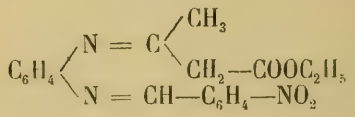
$$C_6H_4\begin{cases}N=CH-C_6H_5\\N=CH-C_6H_5\end{cases}=C_6H_4\begin{cases}N\\N\end{cases}\begin{matrix}C-C_6H_5\\CH_2-C_6H_5\end{matrix}$$

[1] *Archives*, XXXIII. 286 et XXXIV. 196.

L'éther acétylacétique se comporte d'une manière semblable; il donne avec l'ortho-phénylène-diamine un produit de condensation de la formule suivante :



Cette formule est prouvée par le fait que le corps est susceptible de réagir encore avec les aldéhydes; avec l'aldéhyde paranitrobenzoïque, par exemple, il fournit le dérivé



A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

DÉCEMBRE 1895

Le 2, gelée blanche le matin.
3, forte gelée blanche le matin ; forte rosée le soir.
4, forte gelée blanche le matin.
5, assez fort vent à 1 h. du soir.
6, fort vent depuis 10 h. du matin ; nouvelle neige sur le Salève.
7, fort vent jusqu'à 1 h. du soir ; neige dans l'après-midi et dans la nuit ; hauteur : 5cm,7.
8, quelques flocons de neige à 9 h. du soir.
9, légère pluie mêlée de neige à 9 h. du soir ; brouillard à 7 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
7 au 10, sol recouvert de neige ; elle disparaît dans la journée du 10.
11, brouillard de terre à 7 h. du matin.
13, fort vent jusqu'à 1 h. du soir ; pluie mêlée de neige dans la journée.
14 et 15, neige et pluie dans la journée.
16, rosée à 10 h. du soir.
17, très forte gelée blanche le matin.
18, brouillard le matin et depuis 10 h. du soir.
19, brouillard le matin et depuis 9 h. du soir ; légère neige à 4 h. du soir.
20, brouillard le matin ; neige de 4 h. à 7 h. du soir ; hauteur : 1cm,5.
21, neige dans la nuit ; hauteur : 2cm,0.
23, brouillard le matin et depuis 7 h. du soir ; légère pluie à 4 h. du soir.
24, brouillard jusqu'à 7 h. du soir ; éclairs à l'W. depuis 7 h. du soir ; éclairs et tonnerres à l'W. à 8 h. 14 m. du soir ; nouvel orage au zénith et à l'WNW. à 9 h. 20 m. ; dernier tonnerre à 11 h. 24 m. du soir ; éclairs très lumineux pendant presque toute la soirée ; pluie, puis pluie mêlée de neige depuis 9 h. du soir.
25, arc-en-ciel au NW. à 8 h. 20 m. du matin ; halo lunaire à 10 h. du soir.
26, superbe halo lunaire à 9 h. du soir.
20-27, sol recouvert d'une légère couche de neige.
29, légère chute de neige à 7 h. 30 m. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 4 à 10 h. matin	734,22	Le 6 à 9 h. soir	720,80
9 à 7 h. matin	733.66	13 à 7 h. matin	712,06
14 à 9 h. soir	723,50	15 à 7 h. soir	713,43
18 à 10 h. matin	720,51	19 à 8 h. matin	714,29
22 à 2 h. matin	723,76	24 à 6 h. soir	714,97
28 à 9 h. matin	735,97	30 à 5 h. soir	725,34

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM.	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIERES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	90.0	118.7	85.9	.....	88.4	.....	Incompl.	132.4

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	NEBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Lattimètre à 11 h.
	millim	millim.	millim.	millim	°	°	°	°					mm					+ °	°	cm.
1	727.49	+ 0.75	726.65	728.73	+ 6.34	+ 4.09	+ 3.8	+ 9.0	896	+ 46	810	950	0.1	...	calme	1.0	0.83	....	.....	152.5
2	730.67	+ 3.89	728.97	732.35	+ 3.87	+ 1.75	+ 0.1	+ 8.7	784	— 67	450	960	...	...	var.	4.0	0.25	9.2	+ 1.3	151.5
3	732.90	+ 6.08	732.10	733.58	+ 2.62	+ 0.62	— 1.3	+10.4	835	— 17	600	980	...	...	calme	1.9	0.27	9.1	+ 1.4	151.0
4	733.62	+ 6.76	733.06	734.22	+ 4.09	+ 2.21	+ 0.3	+10.5	859	+ 7	710	980	...	...	SW. 0	4.4	0.90	8.9	+ 1.3	149.5
5	732.49	+ 5.59	730.24	734.12	+ 6.94	+ 5.18	+ 4.8	+11.1	739	—114	580	910	...	...	SW. 1	8.1	0.93	8.8	+ 1.3	148.0
6	725.14	— 1.80	720.80	730.57	+10.09	+ 8.44	+ 7.5	+13.3	680	—174	540	850	6.4	8	SSW. 3	20.2	1.00	8.8	+ 1.4	144.7
7	722.26	— 4.72	721.32	723.31	+ 3.70	+ 2.16	— 0.5	+11.2	850	— 54	540	1000	10.4	9	SSW. 2	14.0	0.97	8.4	+ 1.1	146.0
8	727.95	+ 0.93	722.96	732.49	— 0.76	— 2.19	— 2.2	+ 3.5	901	+ 46	670	980	0.1	...	calme	2.9	0.95	....	.....	147.0
9	732.54	+ 5.48	730.81	733.66	— 0.71	— 2.03	— 4.2	+ 3.9	896	+ 40	600	1000	0.0	...	calme	2.3	0.70	7.7	+ 0.6	147.5
10	728.77	+ 1.67	727.60	730.71	+ 2.88	+ 1.66	+ 0.5	+ 6.5	836	— 20	710	970	...	...	calme	0.4	0.98	7.4	+ 0.3	147.5
11	727.89	+ 0.75	727.38	728.68	+ 3.05	+ 1.93	+ 0.1	+ 9.8	876	+ 19	730	960	...	...	S. 0	1.0	0.47	6.4	— 0.6	147.0
12	726.45	— 0.73	721.88	727.99	+ 3.31	+ 2.29	+ 1.0	+ 6.0	836	— 22	700	910	...	...	calme	1.9	0.80	6.3	— 0.6	147.0
13	716.41	—10.81	712.06	720.39	+ 3.21	+ 2.28	+ 0.2	+ 6.5	777	— 81	630	910	12.3	12	SSW. 2	11.0	0.98	6.0	— 0.8	147.0
14	720.95	— 6.31	718.80	723.50	+ 1.40	+ 0.56	+ 0.2	+ 3.1	884	+ 25	760	950	3.4	5	SSW. 1	3.1	1.00	6.3	— 0.4	146.0
15	717.71	— 9.59	713.43	722.92	+ 1.31	+ 0.56	— 1.0	+ 4.3	969	+110	930	1000	7.0	10	SSW. 0	2.1	1.00	....	.....	146.0
16	714.76	—12.58	714.15	716.05	+ 3.41	+ 2.74	— 0.7	+ 8.9	791	— 69	570	930	...	...	calme	2.1	0.17	6.3	— 0.2	147.5
17	717.39	— 9.98	716.14	719.12	+ 0.37	— 0.22	— 2.0	+ 3.0	879	+ 19	730	960	...	...	NNE. 1	3.1	1.00	6.1	— 0.4	147.0
18	719.12	— 8.29	717.07	720.51	+ 0.03	— 0.48	— 0.7	+ 0.9	828	— 33	750	870	...	...	NNE. 1	6.9	1.00	5.9	— 0.5	146.0
19	715.81	—11.64	714.29	718.00	— 0.29	— 0.73	— 0.9	+ 1.0	897	+ 36	850	930	0.1	...	NNE. 1	6.0	1.00	5.5	— 0.8	146.0
20	718.32	— 9.16	717.50	719.51	+ 0.19	— 0.18	— 0.5	+ 1.1	925	+ 63	880	970	1.2	3	SSW. 0	2.3	1.00	5.3	— 0.9	145.5
21	721.05	— 6.47	719.29	723.12	— 0.74	— 1.04	— 2.3	+ 0.7	946	+ 84	930	960	3.9	5	SW. 0	3.8	1.00	5.5	— 0.7	145.0
22	722.60	— 4.96	721.25	723.76	— 1.10	— 1.34	— 2.1	+ 1.5	926	+ 63	870	940	...	...	S. 0	2.1	0.98	....	.....	144.0
23	721.70	— 5.89	720.43	722.53	— 0.20	— 0.38	— 1.9	+ 1.9	917	+ 54	840	960	0.0	...	S. 0	1.0	1.00	5.2	— 0.8	143.8
24	717.86	— 9.76	714.97	720.37	+ 0.10	— 0.02	— 0.9	+ 1.9	916	+ 53	880	980	15.2	4	ENE. 0	3.8	1.00	5.0	— 1.0	143.0
25	718.74	— 8.91	717.13	721.63	+ 2.93	+ 2.86	+ 0.2	+10.1	896	+ 32	780	980	...	...	calme	1.7	0.47	....	.....	145.0
26	723.36	— 4.32	721.80	724.60	+ 2.10	+ 2.08	— 0.8	+ 9.0	861	— 3	590	980	...	...	SSW. 0	2.5	0.62	5.0	— 0.8	146.5
27	727.99	+ 0.28	723.52	733.70	+ 2.63	+ 2.66	— 0.2	+ 5.8	890	+ 26	770	1000	0.8	1	NNE. 1	6.0	0.77	5.1	— 0.7	146.7
28	735.05	+ 7.32	733.84	735.97	+ 1.01	+ 1.08	— 0.2	+ 1.9	875	+ 10	750	960	...	...	NNE. 1	8.1	1.00	5.0	— 0.7	145.7
29	729.63	+ 1.87	726.85	733.40	+ 0.83	+ 0.94	— 1.0	+ 2.9	904	+ 39	810	1000	7.0	9	calme	0.8	1.00	....	.....	145.0
30	725.89	— 1.89	725.34	726.47	+ 5.35	+ 5.50	+ 2.1	+ 7.8	993	+128	970	1000	20.5	22	N. 0	1.9	1.00	6.3	+ 0.7	146.0
31	726.42	— 1.38	725.51	727.47	+ 8.77	+ 8.95	+ 6.8	+11.7	870	+ 5	760	1000	0.0	...	SSW. 1	5.2	0.90	6.5	+ 1.0	151.0
Mois	724.48	— 3.48			+ 2.48	+ 1.68			867	+ 2						4.37	0.84	6.64	+0.03	146.84

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,24	729,24	729,56	729,98	729,37	729,06	729,31	729,30
2e »	720 06	719,44	718,94	719,88	719,18	719,27	719,54	719,54
3e »	724,22	724,22	724,34	725,04	724,26	724,60	724,80	725,10
Mois	724,50	724,30	724,28	724,97	724,27	724,32	724,56	724,66

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 3,12	+ 2,64	+ 2,08	+ 4,83	+ 6,97	+ 5,19	+ 3,50	+ 2,92
2e »	+ 1,54	+ 0,92	+ 0,84	+ 1,67	+ 3,10	+ 2,35	+ 1,21	+ 1,18
3e »	+ 0,58	+ 0,71	+ 0,87	+ 2,44	+ 4,10	+ 3,27	+ 2,25	+ 1,55
Mois	+ 1,71	+ 1,40	+ 1,25	+ 2,96	+ 4,70	+ 3,60	+ 2,31	+ 1,87

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	867	873	884	775	670	758	862	892
2e »	867	891	902	873	790	828	890	889
3e »	945	951	942	901	817	875	902	937
Mois	895	906	910	851	761	822	885	907

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 0,88	+ 8,81	+ 8,54	0,78	5,92	17,0	148,52
2e »	— 0,43	+ 4,46	+ 6,01	0,84	3,95	24,0	146,50
3e »	— 0,03	+ 5,02	+ 5,45	0,89	3,35	47,4	145,61
Mois	+ 0,14	+ 6,06	+ 6,64	0,84	4,37	88,4	146,84

Dans ce mois l'air a été calme 59,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 0,47 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 22°,8 W. et son intensité est égale à 15,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1895.

Le 1er, légère neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir, puis brouillard; forte bise à 1 h. du soir.

4, brouillard à 4 h. du soir.

5, légère neige à 7 h. du matin; forte bise jusqu'à 4 h. du soir.

6, neige à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; brouillard à 4 h. du soir; forte bise depuis 7 h. du soir.

7, faible neige par une très forte bise; sa hauteur ne peut être mesurée.

8, faible neige par une violente bise jusqu'à 4 h. du soir; sa hauteur ne peut être mesurée; brouillard par une forte bise depuis 7 h. du soir.

9, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.

11, fort vent depuis 10 h. du soir.

13, neige pendant tout le jour; violente bise depuis 1 h. du soir.

14, neige par une violente bise pendant tout le jour; la majeure partie de la neige tombée les 13 et 14 décembre n'a pas pu être mesurée.

15, forte bise à 10 h. du matin; neige à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; brouillard à 1 h. du soir.

16, légère neige à 7 h. du matin; brouillard à 10 h. du matin.

17, légère neige à 10 h. du soir.

18, brouillard jusqu'à 10 h. du matin; fort vent à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; légère neige à 10 h. du soir.

19, neige jusqu'à 10 h. du matin, puis brouillard; fort vent jusqu'à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir.

20, neige jusqu'à 7 h. du soir, puis brouillard.

21, neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir.

24, neige dans la journée.

27, brouillard depuis 10 h. du matin.

29, neige par une forte bise pendant tout le jour.

30, neige pendant tout le jour.

31, légère neige à 7 h. du matin, puis brouillard; forte bise jusqu'à 10 du matin et de 4 h. à 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 3 à 11 h. soir	567,40	Le 7 à 11 h. soir	550,70
9 à 9 h. soir	565,25	10 à 5 h. soir	562,23
11 à 11 h. soir	563,15	13 à 5 h. soir	548,18
15 à 2 h. matin	555,40	16 à 6 h. matin	550,35
18 à 11 h. matin	556,68	19 à 8 h. matin	552,40
22 à 11 h. matin	558,23	25 à 2 h. matin	554,32
28 à 10 h. matin	566,88	30 à 5 h. matin	561,90

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	561.85	— 0.10	561,38	562 20	— 6.71	+ 0.01	— 9,2	— 3.1	.....	.....	....	NE.	1	0.92
2	563,61	+ 1,68	562.25	564,93	— 8.86	— 2,06	—12.6	— 5,1	.....	.....	....	NE.	1	0,15
3	566,03	+ 4.12	564,80	567,40	— 5,00	+ 1.88	— 9.7	— 1,1	.....	.....	....	NE.	1	0.13
4	566.94	+ 5.05	566.70	567,29	— 6.98	— 0.02	— 8,4	— 4,1	.....	.....	....	NE.	1	0.22
5	566.63	+ 4.76	565,58	566.91	— 2.93	+ 4.11	— 7,8	0,0	.....	.....	....	NE.	2	0,38
6	561,35	— 0.50	556 30	565.08	— 2.20	+ 4,92	— 7,7	+ 1,2	100	8,0	....	NE.	1	0,87
7	553.18	— 8.64	550,70	555.95	—11,90	— 4.69	—15,0	— 6,3	.....	.....	....	NE.	3	1.00
8	555.98	— 5.82	551,30	560,98	—17.88	—10.59	—18 3	—13,7	.....	.....	....	NE.	3	1.00
9	563.53	+ 1,75	561,22	565 25	— 8.95	— 1,58	—19,5	— 4,7	.....	.....	....	NE	1	0.27
10	563.56	+ 1.80	562.23	565.10	— 5.25	+ 2.19	— 8.2	— 1.3	.....	.....	....	NE.	1	0.18
11	562.69	+ 0,95	562 40	563.15	— 5.75	+ 1.76	— 9.9	— 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0.12
12	561.61	— 0.11	558,83	562.90	— 7.93	— 0.35	— 9.9	— 3,2	.....	.....	....	SW.	1	0.08
13	551.41	—10,29	548,18	558.02	—13.01	— 5.36	—15.4	— 8,5	140	3,0	....	NE.	3	1.00
14	552.23	— 9.45	550,54	554.65	—13,20	— 5,48	—16,2	—10,2	70	3,0	....	NE.	3	1.00
15	553.74	— 7.92	551,90	555.40	— 5 86	+ 1.92	—12,5	— 2,3	300	18,2	....	NE.	1	0 88
16	550.96	—10.68	550,35	551,95	—12 03	— 4.19	—14.3	— 2,7	.....	.....	....	NE.	1	0.33
17	553.49	— 8.14	551,98	554,93	—11,35	— 3.45	—14.2	— 7.9	.....	.....	....	NE.	1	0,42
18	555.67	— 5,94	554,98	556.68	—11.63	— 3.67	—12,8	— 9,3	.....	.....	....	SW.	2	0.88
19	553.63	— 7,96	552 40	555,20	— 6.36	+ 1,66	—12,2	— 4,8	150	16,3	....	SW.	2	1.00
20	554.08	— 7,49	553,28	555.12	— 6,16	+ 1.92	— 7,0	— 3,6	240	20,4	....	SW.	1	1.00
21	553.82	— 7.74	552,60	555.78	— 9.41	— 1.28	—12,0	— 4,2	140	6,0	....	SW.	1	0.58
22	557.55	— 4 00	555,92	558.23	— 6.70	+ 1,48	— 9,7	— 4 5	.....	.....	....	SW.	1	0.17
23	557.69	— 3.84	557,43	558.05	— 4 31	+ 3,92	— 8,0	+ 0,5	.....	.....	....	NE.	1	0 28
24	556.21	— 5,30	554,50	557,70	— 8.58	— 0.30	— 9,9	— 5,2	130	6,0	....	SW.	1	0.40
25	556.03	— 5 46	554,32	558.00	— 6.88	+ 1.45	— 9,9	— 4,1	.....	.....	....	NE.	1	0.05
26	559.77	— 1.70	558,15	560,43	— 6,81	+ 1,56	—10,4	— 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0.08
27	561.59	+ 0.13	559,00	565.00	— 8,68	— 0.27	—10,9	— 5 6	.....	.....	....	NE.	1	0,98
28	566.19	+ 4,75	565 08	566.88	— 8,63	— 0,18	—11,5	— 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0.03
29	563.78	+ 2.36	562,65	566,20	— 4,20	+ 4,29	— 8,8	— 2,0	320	34,6	....	NE.	2	1.00
30	562,54	+ 1.14	561,90	563,15	— 1,61	+ 6.92	— 4,7	+ 1,8	220	29,3	....	NE.	1	1.00
31	562,59	+ 1,21	562,08	562,98	— 4,33	+ 4,24	— 6,0	— 0,9	.....	.....	....	NE.	2	1.00
Mois	559.03	— 3,29			— 7,74	— 0 15								0.56

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	562,03	562,06	562,21	562,62	562,26	562,24	562,38	562,35
2e » ...	555,67	555,24	554,85	555,04	554,61	554,41	554,81	554,97
3e » ...	559,41	559,37	559,37	559,93	559,73	559,95	560,31	560,31
Mois	559,05	558,90	558,83	559,22	558,90	558,90	559,20	559,24

Température.

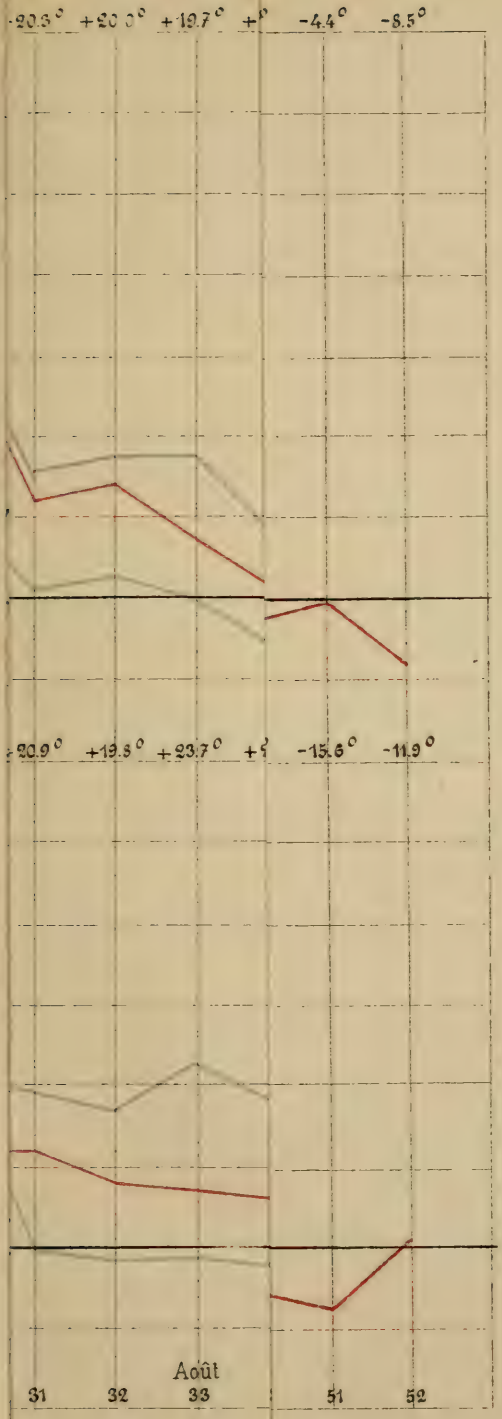
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 9,01	— 6,81	— 6,00	— 7,03	— 7,21	— 7,95
2e » ...	— 9,73	— 8,50	— 7,86	— 9,03	— 9,20	— 9,67
3e » ...	— 7,12	— 5,15	— 4,45	— 5,96	— 6,59	— 7,02
Mois	— 8,57	— 6,76	— 6,05	— 7,30	— 7,63	— 8,17

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade...	— 11,64	— 3,82	0,51	8,0	100
2e » ...	— 12,44	— 5,55	0,67	60,9	900
3e » ...	— 9,25	— 2,93	0,51	75,9	810
Mois	— 11,05	— 4,06	0,56	144,8	1810

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 3,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 78,0 sur 100.


+20.0°
+19.7°
-4.4°
-8.5°
+19.8°
+23.7°
-15.6°
-11.9°
Août
31
32
33
51
52

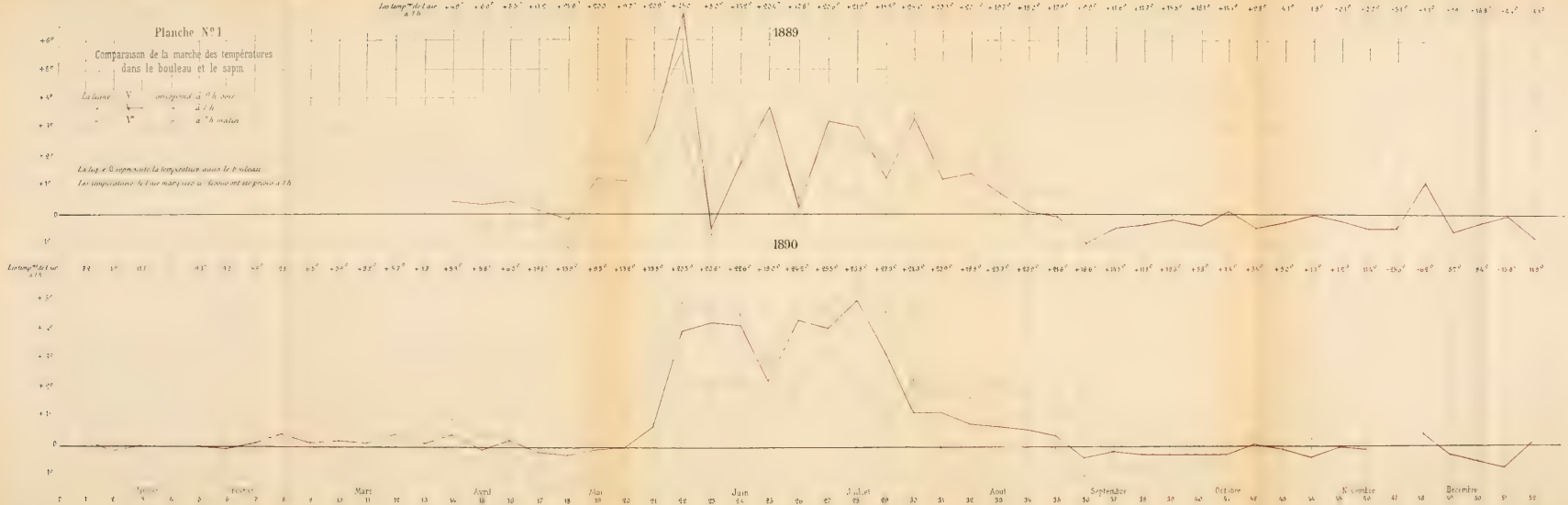
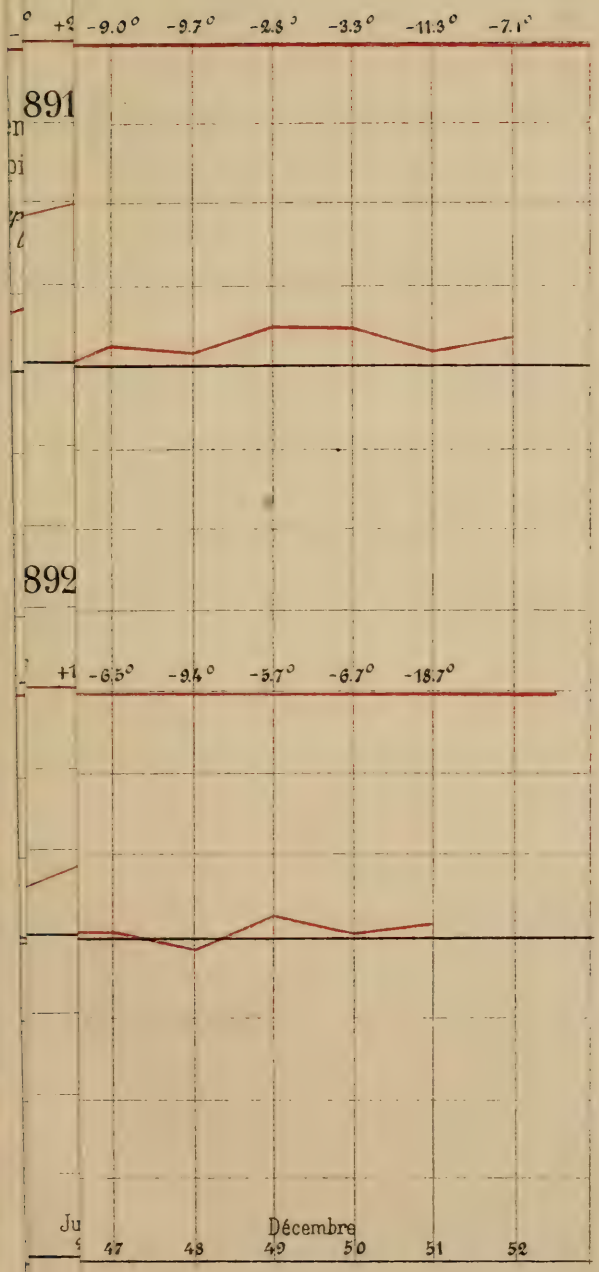


Planche N° 1
Comparaison de la marche des températures dans le bouleau et le sapin
La ligne V correspond à 9 h soir
La ligne Q représente la température dans le bouleau
1889
1890
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Aout
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre



lith. DUC, Genève

Planche N° 2

Comparaison de la marche des temperatures dans le bouleau et le pin

La ligne —+— correspond à 1 h. — La ligne 0 représente la température dans le bouleau à 1 h.

1891

1892

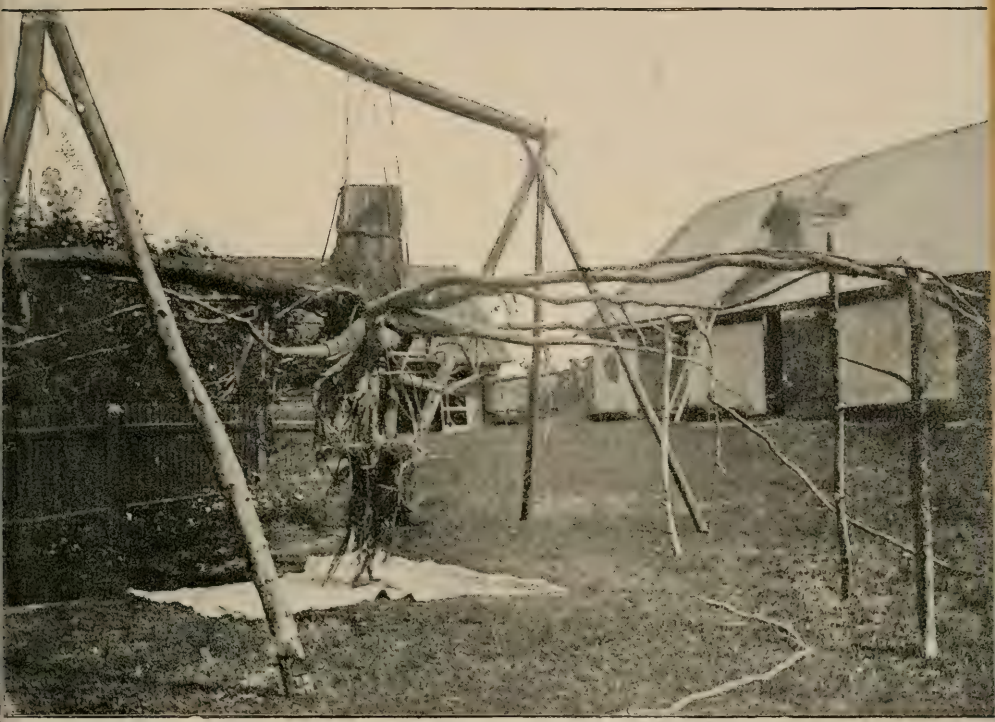
Lith. Dot Genève

Dr W. Louguinine

Racines du pin

Dr W. Louguinine.

Racines du bouleau.



BONNEAU & Cie sc.

SUR UNE

NOUVELLE ESPÈCE DE RAYONS

PAR

W.-C. RŒNTGEN

(COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE)

Traduction [1].

1. Si l'on fait passer les décharges d'une forte bobine de Ruhmkorff à travers un tube vide de Hittorf, un tube suffisamment vide d'air de Lénard ou de Crookes, ou un appareil analogue, et si l'on couvre le tube d'un manchon de carton mince et noir l'enserrant d'assez près, on voit un écran de papier, placé dans le voisinage de l'appareil, dans une obscurité complète, et enduit de platinocyanure de baryum briller vivement et devenir fluorescent à chaque décharge, que le côté enduit ou l'autre côté de l'écran soit tourné vers l'appareil. La fluorescence s'observe encore lorsque l'écran est à 2 mètres de l'appareil. On constate facilement que c'est bien l'appareil de décharge et non pas quelque autre partie des conducteurs qui cause la fluorescence.

2. Ce qui frappe immédiatement dans ce phénomène c'est que le carton noir, absolument impénétrable aux rayons visibles et ultra-violets du spectre, laisse passer un agent capable de provoquer une vive fluorescence. On

[1] W.-C. Rœntgen. Ueber eine neue Art von Strahlen, *Sitzungsberichte der Würzburger Physik.-Medic. Gesellschaft*, 1895.

est conduit par conséquent à se demander s'il n'existe pas d'autres corps possédant cette propriété.

On trouve bientôt, que tous les corps sont transparents[1] pour cet agent, mais à des degrés très divers. Voici quelques exemples :

Le papier l'est beaucoup, j'ai vu l'écran fluorescent briller encore sensiblement, alors qu'un volume relié, de mille pages, était interposé entre lui et la décharge, l'impression ne semble opposer aucun obstacle. Un double jeu de whist a donné le même résultat ; une carte seule, placée entre l'appareil et l'écran fluorescent ne produit pas un effet appréciable à l'œil. Il en est de même d'une simple feuille d'étain. Mais si l'on superpose plusieurs feuilles de ce métal, il arrive un moment où l'on perçoit distinctement leur ombre sur l'écran. Des blocs de bois épais sont encore transparents ; des planches de bois de sapin de deux à trois centimètres d'épaisseur n'absorbent qu'une très faible partie des nouveaux rayons. Une plaque d'aluminium d'environ 15 mm. a diminué sensiblement la fluorescence, mais sans la faire disparaître complètement. Des plaques de caoutchouc durci, épaisses de plusieurs centimètres laissent encore passer des rayons[2]. Des lames de verre d'égale épaisseur se comportent différemment, selon qu'elles contiennent du plomb (flint), ou n'en renferment pas ; les premières sont beaucoup moins transparentes que les se-

[1] Par « transparence » d'un corps j'entends le rapport entre l'éclairement d'un écran fluorescent placé immédiatement derrière le corps étudié et celui de l'éclairement du même écran, dans les mêmes circonstances, mais sans l'interposition du corps étranger.

[2] Pour abréger, j'emploierai l'expression *rayons X*, de manière à les distinguer des autres espèces de rayons.

condes. Si l'on tient la main entre l'appareil de décharge électrique et l'écran, on voit l'ombre des os se détacher en sombre sur l'ombre beaucoup moins accentuée de la main. L'eau, le sulfure de carbone placés dans des auges de mica présentent une grande transparence.

Je n'ai pas pu constater une plus grande transparence pour l'hydrogène que pour l'air. Derrière des plaques de cuivre, d'argent, de plomb, d'or, de platine, la fluorescence est encore très apparente, mais seulement lorsque l'épaisseur de ces plaques n'est pas trop forte, Des feuilles de platine de 0,2 mm. sont encore perméables ; des plaques de cuivre et d'argent peuvent être encore plus épaisses. Le plomb, employé en lames de 1,5 mm. peut être considéré comme non pénétrable; aussi cette propriété en a-t-elle rendu l'emploi fréquent. Une règle de bois présentant une section carrée de 20 × 20 mm. et dont l'un des côtés est enduit de céruse, se comporte différemment selon sa position entre l'appareil et l'écran : lorsque les rayons X passent parallèlement au côté enduit, l'action de la règle est presque nulle ; mais si les rayons doivent traverser la couche de couleur blanche, la règle produit une ombre accusée; de même que les métaux, les sels, solides ou en solution, peuvent être classés en des séries analogues, par rapport à leur transparence.

3. Les résultats des expériences qui viennent d'être rapportées et d'autres encore dont il n'a pas été fait mention conduisent à cette conclusion, que la transparence des diverses substances, à égalité d'épaisseur, dépend surtout de la densité des corps ou que du moins, aucune autre propriété n'a une influence aussi marquée.

La densité n'est pas seule toutefois à exercer une action appréciable, comme le prouvent les expériences suivantes. Ainsi, j'ai étudié la transparence de plaques de verre, d'aluminium, de spath calcaire et de quartz, dont l'épaisseur était à peu près la même. Or, bien que la densité de ces divers corps soit très peu différente, l'expérience a prouvé avec beaucoup d'évidence que le spath est notablement moins perméable que les autres corps, qui se comportent à peu près tous de la même manière. Je n'ai pas observé que le spath calcaire ait donné une fluorescence particulièrement vive, en comparaison de celle du verre (voir plus loin).

4. Lorsque l'épaisseur diminue, la transparence augmente pour tous les corps. Pour arriver à déterminer une relation éventuelle entre la transparence et l'épaisseur des couches employées, j'ai fait usage de la photographie. La plaque photographique était recouverte en partie par des feuilles d'étain disposées en nombre croissant graduellement. Je me propose de faire des mesures photométriques, lorsque j'aurai à ma disposition un photomètre convenable.

5. Des feuilles de platine, de plomb, de zinc et d'aluminium furent laminées de manière à offrir toutes presque la même transparence.

Le tableau suivant donne l'épaisseur de ces lames en millimètres, l'épaisseur relative, celle de la feuille de platine étant prise comme unité, et la densité.

	Epaisseur	Epaisseur relative	Densité
Pt.	0,018 mm.	1	21,5
Pb.	0,05 »	3	11,3
Zn.	0,10 »	6	7,1
Al.	3,05 »	200	2,6

De l'examen de ces nombres, on peut conclure que des métaux différents ne présentent absolument pas la même transparence, lorsque le produit de la densité par l'épaisseur est le même. La perméabilité croît beaucoup plus fortement que ce produit ne diminue.

6. La fluorescence du platinocyanure de baryum n'est pas la seule action perceptible des rayons X. Il est nécessaire de rappeler d'abord que d'autres corps deviennent également fluorescents ; ainsi les combinaisons de calcium connues comme phosphorescentes, le verre d'urane, le verre ordinaire, le spath calcaire, le sel gemme, etc.

Les plaques sèches au gélatino-bromure sont aussi sensibles aux nouveaux rayons. C'est là un fait important à plusieurs points de vue. On peut en effet, grâce à cette propriété, les employer à fixer bien des phénomènes et écarter aussi de nombreuses chances d'erreur. C'est ainsi que j'ai pu contrôler par une épreuve photographique toutes les observations importantes faites à l'aide de la vue sur l'écran fluorescent. Ajoutons ici que ces rayons traversant presque sans obstacle le bois, le papier, les feuilles minces d'étain, on peut en obtenir des épreuves dans une chambre éclairée, sur des plaques photographiques placées dans un châssis d'une de ces substances, ou dans une enveloppe de papier. Il s'ensuit que l'on ne doit pas laisser des glaces sensibles non développées à proximité de l'appareil de décharge, lors même qu'elles semblent protégées par le rideau de carton d'un châssis ou une enveloppe de papier.

Il n'est pas certain que l'action chimique sur les sels d'argent de la plaque photographique soit produite directement par les rayons X. Il est possible qu'elle résulte

de la fluorescence qui se produit dans la plaque de verre ou la couche de gélatine. Des pellicules donnent d'ailleurs les mêmes résultats que les plaques de verre.

Je n'ai pas encore prouvé expérimentalement que les nouveaux rayons X soient capables de produire aussi une action calorifique; on peut toutefois admettre l'existence de cette propriété, puisque les phénomènes de fluorescence démontrent que les rayons X sont susceptibles de transformation et qu'il est certain que tous les rayons X qui tombent sur le corps ne le quittent pas comme tels.

La rétine de l'œil est absolument insensible à nos rayons; l'œil placé tout près de l'appareil de décharge ne perçoit rien, bien que les milieux contenus dans l'œil soient suffisamment perméables aux nouveaux rayons, comme l'expérience le prouve.

7. Après avoir établi la transparence de divers corps d'épaisseur relativement plus grande, je me suis hâté de chercher comment se comportent les rayons X en passant à travers un prisme : sont-ils déviés ou non? Des essais faits avec des prismes de mica, présentant un angle réfringent de 30°, remplis d'eau et de sulfure de carbone, n'ont permis de constater aucune déviation ni sur l'écran fluorescent, ni sur des plaques photographiques.

Une expérience comparative instituée avec des rayons lumineux, dans les mêmes conditions, donne un déplacement des images de 10 mm. et respectivement 20 mm. Avec un prisme d'ébonite et un prisme d'aluminium d'angle réfringent également de 30 degrés, j'ai obtenu sur des plaques photographiques des images indiquant peut-être une légère déviation. Cependant le fait est incertain et le déplacement est dans tous les cas si faible, si toutefois il existe, que l'indice de réfraction des rayons X

pour les substances précitées, serait au plus 1,05. Avec l'écran fluorescent il ne m'a pas été possible d'observer la moindre réfraction.

D'autres expériences faites avec des prismes de métaux plus denses n'ont donné jusqu'à maintenant, par suite de leur faible transparence et de la faible intensité des rayons transmis, que des résultats très incertains.

Si l'on considère d'une part cet état de choses et d'autre part l'importance de la question, c'est-à-dire de la détermination de l'existence ou de la non-existence du phénomène de la réfraction, on est heureux de trouver une autre solution, ne mettant pas les prismes à contribution. Des corps finement pulvérisés, employés en couches suffisamment épaisses, ne laissent passer que peu la lumière incidente et la diffusent par suite de la réfraction et de la réflexion : une substance pulvérisée présente-t-elle la même transparence pour les rayons X que lorsqu'elle est cohérente,—toutes choses égales d'ailleurs — on a alors la preuve de l'absence de toute réflexion régulière et de toute réfraction en proportion appréciable. Les expériences furent faites avec du sel gemme finement pulvérisé, avec de l'argent en poudre obtenu par voie électrolytique, et avec de la poudre de zinc si souvent employée dans les recherches chimiques ; on n'obtient dans tous les cas, aucune différence entre la transparence de la poudre et celle de la substance cohérente, tant avec l'écran fluorescent qu'avec la plaque photographique.

D'après ce qui vient d'être dit, on conçoit que les rayons X ne soient pas susceptibles d'être concentrés à l'aide de lentilles. De fait, une grosse lentille d'ébonite et une lentille de verre n'ont produit aucun effet. L'ombre

d'une baguette ronde est plus claire aux bords qu'au milieu ; celle d'un tube, rempli d'une substance plus perméable que la matière du tube lui-même, est plus claire au milieu qu'aux bords.

8. Les expériences du paragraphe précédent permettent de trancher la question de la réflexion des rayons X, en ce sens qu'aucune des substances sur lesquelles on a expérimenté n'a donné de phénomènes appréciables de réflexion proprement dite. D'autres essais que je vais exposer conduisent à la même conclusion.

Indiquons d'abord une observation qui de prime abord semble indiquer le contraire de ce qui vient d'être dit. J'exposai aux rayons X une plaque photographique protégée des rayons lumineux par une enveloppe de papier noir, le côté verre tourné contre l'appareil de décharge; quant à la couche sensible, elle était recouverte partiellement avec des feuilles polies de platine, plomb, zinc et aluminium, disposées en forme d'étoile. Le négatif développé montra clairement que le noircissement du dépôt d'argent était plus marqué sous le platine, le plomb et surtout le zinc qu'aux autres endroits; l'aluminium n'avait produit absolument aucune action. Il semble donc que les trois métaux précités réfléchissent les rayons ; il est vrai que l'on pouvait entrevoir d'autres causes pour expliquer cette augmentation d'action sur la plaque sensible. Aussi, pour élucider la question, ai-je procédé à une seconde expérience dans laquelle je plaçai entre la couche sensible et les plaques métalliques un morceau d'une feuille mince d'aluminium, parfaitement opaque pour les rayons ultra-violets, mais très transparente pour les rayons X. Comme, dans ces circonstances, le résultat fut le même que précédemment, il semble donc que l'on

doive admettre l'existence d'une réflexion des rayons X sur les métaux indiqués.

Rapproche-t-on ce fait de l'observation citée plus haut que les corps pulvérisés sont aussi transparents que les corps cohérents, et de plus que les corps à surface rugueuse se comportent absolument comme les corps polis, on arrive à cette conclusion qu'il ne peut y avoir de réflexion régulière proprement dite, mais que les corps se conduisent à l'égard des rayons X, comme les milieux troubles à l'égard de la lumière.

Comme de plus, je n'ai pas réussi à établir l'existence de la réfraction lors du passage d'un milieu dans un autre, il semble que l'on puisse admettre que les rayons X se meuvent avec la même rapidité à travers tous les corps, ou plutôt à travers un milieu homogène, présent partout, et qui entoure les molécules des corps. Ces dernières s'opposent à la propagation des rayons X, et en général, forment un obstacle d'autant plus grand que le corps est plus dense.

9. Par conséquent, il serait possible que la disposition des molécules dans les corps exerçât une influence sur leur transparence. Ainsi un morceau de spath calcaire à égale épaisseur n'aurait pas la même transparence selon que les rayons le traverseraient parallèlement ou normalement à l'axe. Les expériences faites avec du spath et du quartz dans le but de confirmer cette hypothèse n'ont donné que des résultats négatifs.

10. On sait que Lenard dans ses belles expériences sur les rayons cathodiques d'Hittorf, traversant une mince feuille d'aluminium, est arrivé à cette conclusion que ces rayons se propagent dans l'éther et qu'ils se dispersent de toutes parts dans tous les corps. Nous pouvons dire la même chose de nos rayons.

Dans son dernier travail Lenard a déterminé le pouvoir absorbant de divers corps pour les rayons cathodiques et il l'a évalué pour l'air à la pression atmosphérique et sous une épaisseur d'1 cm. à 4.10; 3.40 et 3.10, suivant le degré de raréfaction du gaz contenu dans l'appareil de décharge. Pour pouvoir déterminer la tension de décharge estimée d'après la dimension des étincelles, j'ai fait en sorte dans mes expériences de n'avoir affaire qu'à des raréfactions à peu près identiques et aussi rarement que possible à des raréfactions plus grandes ou plus faibles. Je suis arrivé à l'aide d'un photomètre de L. Weber — je n'en possède pas de meilleur — à comparer les intensités de la lumière fluorescente de mon écran à deux distances, environ 100 et respectivement 200 mm., et j'ai trouvé à la suite de trois essais dont les résultats concordèrent parfaitement, que ces intensités sont inversement proportionnelles aux carrés des distances respectives de l'écran à l'appareil de décharge. Il s'ensuit donc que l'air retient une proportion beaucoup plus faible des rayons X le traversant que des rayons cathodiques. Cette conclusion concorde très bien avec l'observation, rappelée plus haut, que la lumière fluorescente est encore parfaitement perceptible à 2 m. de l'appareil de décharge.

En général, les autres corps se comportent comme l'air : ils sont plus perméables aux rayons X qu'aux rayons cathodiques.

11. Il existe encore une autre différence très remarquable entre les rayons cathodiques et les rayons X. Elle repose sur ce fait qu'il m'a été absolument impossible, malgré tous mes efforts, d'obtenir une déviation quelconque des rayons X à l'aide d'un aimant, même en employant des champs magnétiques très intenses.

On sait que la propriété d'être déviés par l'aimant sert jusqu'à maintenant à caractériser les rayons cathodiques. Hertz et Lenard avaient, il est vrai, observé qu'il existe plusieurs espèces de rayons cathodiques qui se distinguent entre eux par leur faculté de produire la phosphorescence, d'être absorbés par certains milieux, et d'être déviés par les aimants; mais dans tous les cas cités par ces savants, ils observèrent une déviation sensible des rayons et je ne crois pas que l'on puisse abandonner ce caractère sans un motif pressant.

12. D'après les essais faits spécialement dans le but d'élucider cette question, il est certain que la place de l'appareil de décharge où se produit la plus vive fluorescence, doit être considérée comme le point de sortie principal des rayons X se propageant dans toutes les directions. Les rayons X partent même précisément du lieu où, d'après les données des divers physiciens, les rayons cathodiques atteignent la paroi de verre. Vient-on à dévier les rayons cathodiques, avec un aimant, à l'intérieur de l'appareil de décharge, on constate que les rayons X se déplacent également: ils partent alors d'un autre lieu qui se confond précisément avec l'extrémité des rayons cathodiques.

Par suite de cela, les rayons X, qui ne sont pas susceptibles d'être déviés, ne peuvent donc pas être simplement des rayons cathodiques transmis ou réfléchis par la paroi de verre. La densité plus grande de l'air à l'extérieur de l'appareil de décharge, ne peut pas, d'après Lénard, être considérée comme la cause d'une telle différence de déviation.

J'arrive donc à ce résultat que les rayons X ne sont pas identiques aux rayons cathodiques, mais qu'ils sont

produits par ces derniers dans la paroi de verre de l'appareil de décharge.

13. Cette production a lieu non seulement dans le verre, mais aussi dans l'aluminium, comme je l'ai constaté avec un appareil formé d'une feuille de ce métal, épaisse de 2 mm. D'autres substances seront expérimentées ultérieurement.

14. La raison pour laquelle je me suis cru autorisé à donner le nom de « rayons » à l'agent émanant de la paroi de l'appareil de décharge, réside en partie dans le fait de la formation très régulière d'ombres que l'on constate lorsqu'on interpose entre l'appareil et l'écran fluorescent (ou la plaque sensible) des corps plus ou moins transparents.

J'ai observé et même photographié un assez grand nombre de ces silhouettes dont la réalisation ne laisse pas que de présenter un attrait particulier. C'est ainsi que je possède, par exemple, les épreuves photographiques des ombres des profils de la porte séparant deux chambres dans l'une desquelles se trouvait l'appareil électrique, dans l'autre la plaque photographique. J'ai encore des photographies des ombres des os de la main, de l'ombre d'un fil enroulé sur une bobine de bois, d'une série de poids enfermés dans une cassette, d'une boussole dont l'aiguille aimantée était entièrement entourée d'une enveloppe métallique, d'un morceau de métal dont la non-homogénéité a été révélée par les rayons X, etc.

La propagation des rayons X s'effectue en ligne droite comme le prouve une photographie faite de l'appareil de décharge recouvert du manchon de papier noir. Cette photographie a été obtenue à l'aide de la chambre noire. L'image est faible, mais absolument exacte.

15. J'ai fait de nombreuses expériences en vue de produire des phénomènes d'interférence des rayons X, mais sans succès, peut-être par le fait seulement de leur faible intensité.

16. Des expériences destinées à établir si les forces électrostatiques peuvent influencer en quelque manière les rayons X, sont commencées, mais non encore terminées.

17. Se demande-t-on ce que les rayons X sont réellement — puisqu'ils ne peuvent être des rayons cathodiques — on est tenté de croire, en songeant à leur vive fluorescence et à leur action chimique, qu'ils appartiennent à la lumière ultra-violette.

Mais alors, on se heurte à de sérieuses difficultés. Si les rayons X étaient des rayons de lumière ultra-violette, cette lumière devrait jouir des propriétés suivantes:

a. Par son passage de l'air dans l'eau, le sulfure de carbone, l'aluminium, le sel gemme, le verre, le zinc, etc., elle ne devrait pas éprouver de réfraction appréciable ;

b. Elle ne devrait pas être réfléchie régulièrement d'une manière sensible par les corps précités ;

c. Elle ne devrait pas être polarisée par les milieux employés généralement à cet effet ;

d. La densité serait, de toutes les propriétés des corps, celle qui influerait le plus sur son absorption ;

C'est-à-dire, qu'il faudrait admettre que ces rayons ultra-violets se comportent d'une manière absolument différente de celle des rayons infra-rouges, visibles, et ultra-violets connus jusqu'à maintenant.

Je n'ai pas pu admettre cette conclusion ; aussi ai-je cherché une autre explication.

Il existe bien sans doute une certaine parenté entre

les nouveaux rayons et les rayons lumineux, en ce sens qu'ils présentent certains phénomènes communs, tels que formation d'ombres, fluorescence, action chimique. De plus, on sait depuis longtemps déjà que l'éther peut vibrer non seulement transversalement en produisant la lumière, mais encore longitudinalement. C'est du moins l'avis de divers physiciens. On n'a pas encore, il est vrai, jusqu'à aujourd'hui, démontré d'une manière évidente l'existence de ces vibrations longitudinales, aussi leurs propriétés n'ont-elles pas encore été étudiées expérimentalement.

Les nouveaux rayons ne seraient-ils pas dus à des vibrations longitudinales de l'éther?

Je dois avouer que, dans le courant de mes recherches, je me suis de plus en plus familiarisé avec cette pensée et c'est ce qui m'a décidé à exposer ici cette hypothèse, bien que je sache très bien qu'elle demande encore une démonstration définitive.

Würzbourg. Institut de phys. de l'Université. Décembre 1895.

OBSERVATIONS

SUR LA

FORMATION DES RAYONS RŒNTGEN

PAR

Henri DUFOUR

Pour actionner les tubes de Crookes produisant les radiations invisibles qui constituent les rayons X on peut employer le trembleur Foucault, l'interrupteur rapide Marcel Deprez et le dispositif de Tesla.

L'interrupteur Foucault donne le minimum d'effet, mais en employant des tubes très sensibles, qui sont en général ceux qui présentent le mieux la fluorescence, les photographies obtenues sont bonnes ; elles exigent seulement une longue durée de pose.

L'interrupteur rapide de M. Marcel Deprez donne un éclairement continu des tubes, mais l'échauffement considérable qui accompagne son emploi oblige à de fréquentes interruptions.

Le dispositif de Tesla est celui qui donne les effets les plus rapides ; mais ici encore il faut certaines précautions ; l'étincelle excitatrice de la bouteille de Leyde doit être courte, 3 à 4 mm. afin d'éviter des tensions exagérées qui désagrègent rapidement les électrodes et percent les tubes.

Les tubes à fluorescence verte intense donnent les

meilleurs résultats et l'intensité des rayons X varie parallèlement à celle de la fluorescence, aussitôt que le tube se colore intérieurement ses qualités diminuent rapidement. Elles cessent, presque complètement, quand le gaz contenu dans le tube devient rose et que la décharge va d'une électrode à l'autre comme c'est le cas dans le tube de Geissler.

Les meilleures photographies que nous avons obtenues l'ont été en employant un tube à électrode plate située à une distance de 4 cm. environ d'une paroi de verre à faible courbure. Ce tube avec croix d'aluminium, sert dans les expériences de Crookes à montrer la propagation rectiligne des rayons cathodiques qui projettent sur le verre l'ombre de la croix. En prenant la croix comme cathode nous avons obtenu, avec le trembleur Deprez, une photographie nette des os de la main d'un enfant ; le champ d'éclairement avait 11 à 12 cm. de diamètre sur la plaque située à 6 cm. de la paroi de verre du tube.

Les tubes à électrodes linéaires donnent un champ rayonnant, et produisent des effets de perspective dus à l'obliquité des rayons. Si avec des tubes semblables on change fréquemmment le sens du courant, et par conséquent les positions respectives de la cathode et de l'anode, on obtient des images doubles résultant du croisement des rayons qui ont agi sur la plaque.

Comme M. Rœntgen l'a déjà indiqué, l'étude du rayonnement des tubes se fait très bien au moyen de substances fluorescentes et tout particulièrement avec le cyanure double de platine et de baryum collé sur une feuille de papier ; la fluorescence se voit également bien en tournant la substance contre la radiation ou en laissant agir celle-ci sur elle par transparence à travers le papier.

Les rayons X produisant plusieurs des effets lumineux (photographie et fluorescence) que donnent les radiations ultra-violettes, nous avons essayé s'ils agissent aussi sur les corps électrisés.

Une lame d'aluminium a été collée sur une plaque carrée d'ébonite, le tout fixé à l'extrémité d'une tige isolante et enfermé dans une caisse de métal communiquant avec le sol, un électromètre de Braun, gradué jusqu'à 1500 volts communique avec la feuille d'aluminium. Cet électromètre est protégé également contre toute influence électrique extérieure.

Une fenêtre circulaire percée dans une des faces de la caisse de zinc permettait aux radiations émanant d'un tube sphérique de Crookes d'agir sur la feuille d'aluminium. Toutes les précautions possibles ont été prises pour soustraire la feuille d'aluminium et l'électroscope à l'influence d'actions électriques émanant des fils et de la bobine. Comme avec l'appareil de Tesla on a beaucoup d'ozone et que l'air de la chambre l'électrise rapidement on a employé dans ces expériences la bobine d'induction ordinaire et l'interrupteur Foucault.

On constate qualitativement : que la feuille d'aluminium électrisée se décharge sous l'action des rayons X ; qu'il en est de même avec une feuille d'or électrisée ; qu'en électrisant les feuilles positivement, la décharge a lieu également, mais un peu moins rapidement, semble-t-il. — Que l'intensité de l'action diminue quand la distance augmente, cette diminution est plus rapide que l'accroissement de la distance; des mesures plus précises sont nécessaires pour vérifier si la variation a lieu suivant la loi du carré de la distance.

En plaçant devant la fenêtre des écrans divers on peut

déterminer l'absorption qu'ils exercent sur les rayons X. On trouve ainsi que ces rayons traversent une planche de sapin de 1 cm., des feuilles d'ébonite, de carton, de papier, etc., mais que chacun de ces écrans exerce sur les rayons une absorption particulière. L'expérience suivante montre que le pouvoir absorbant de chaque corps est facile à mesurer par ce procédé.

1. La lame d'*aluminium* étant soumise directement à la radiation, la chute de l'électroscope de 1500 volts à 500 volts exige 26^s5.

2. La face *ébonite* étant tournée du côté du tube, la radiation n'atteint l'aluminium qu'après avoir traversé l'ébonite; durée de chute : 50^s5.

3. Un écran d'*ébonite* est placé devant la fenêtre, de sorte que la radiation n'atteint l'aluminium qu'après avoir traversé deux morceaux d'ébonite: durée de chute 139^s.

4. La radiation ne traverse que l'écran d'ébonite, la face d'aluminium étant de nouveau tournée contre l'écran comme dans la première expérience; durée de chute : 88^s.

La différence $139-88=51^s$ exprime l'effet produit par la face *ébonite* de l'expérience 2, qui avait donné directement 50^s5.

Ce procédé plus commode que l'emploi de substances fluorescentes permet une *photométrie relative* des rayons X.

En répétant et variant les expériences avec les radiations émanant des tubes de Crookes, nous avons constaté quelques faits qui nous paraissent jeter un peu de jour sur l'origine et la nature de ces radiations à moins qu'il ne s'agisse peut-être de phénomènes concommitants.

Un tube de Crookes étant placé dans une caisse de sapin à parois de 1 cm. d'épaisseur, on constate en appliquant la feuille fluorescente sur la caisse, que cette feuille luit lorsqu'elle est vis-à-vis de la partie du tube la plus fluorescente. En employant un tube cylindrique à deux électrodes linéaires, on constate que la fluorescence produite à travers la paroi de la caisse, a lieu devant les *deux* électrodes lorsque le tube est actionné par la bobine de Tesla; elle est beaucoup plus faible, mais n'est pas nulle vis-à-vis du verre compris entre les électrodes.

Quel que soit le procédé d'excitation employé, bobine d'induction ou appareil Tesla, on constate, lorsque le tube agit énergiquement sur le platinocyanure à travers la caisse, qu'en appliquant les doigts sur le bois de la caisse, on voit une lueur jaunâtre d'aspect phosphorescent au bout des doigts, en appliquant la feuille de platinocyanure de baryum sur la caisse, l'éclat de la phosphorescence augmente lorsqu'on approche les doigts de la feuille *même sans la toucher*, cet éclat augmente encore davantage en approchant un objet métallique tenu à la main.

En revanche, lorsqu'on interpose entre le bois de la caisse et la feuille phosphorescente, un objet métallique ou le doigt, l'ombre de cet objet se projette nettement sur la phosphorescence de l'écran. Si l'écran était une plaque sensible, il est évident que cette ombre formerait une image sur l'impression générale de la plaque. Ce fait a été vérifié facilement par l'expérience ; en employant le même tube et une plaque photographique on a obtenu les images ordinaires de Rœntgen.

Or une radiation lumineuse ne varie d'intensité qu'avec l'état du corps qui rayonne et la présence ou

l'absence des corps qu'elle éclaire ne change pas sa valeur; ici il n'en est pas de même, la présence de corps conducteurs facilite l'émission des radiations du tube de Crookes; on se trouve en présence d'un phénomène analogue à l'effluve électrique et il semble que les actions photographiques produites sont bien dues à l'existence d'une effluve de ce genre très homogène et très divisée, mais dont la présence peut être constatée par des expériences électriques directes. Ainsi, en plaçant à une certaine distance de la caisse fermée contenant le tube de Crookes, un petit tube de Geissler très sensible, tube employé pour révéler l'étincelle du résonateur de Hertz, on voit le tube luire jusqu'à 30 cm. de la caisse; un écran de métal interposé entre la caisse et lui intercepte les radiations et le tube s'éteint; qu'on pratique un trou dans le métal et la radiation reparaît.

Les radiations actiniques qui émanent de la surface des tubes de Crookes paraissent donc avoir une origine électrique, elles constituent un phénomène analogue à l'effluve électrique et agissent comme telles sur les plaques sensibles[1].

Les propriétés de cette effluve peuvent être étudiées aussi bien au moyen de phénomènes électriques, décharges de corps électrisés, illumination de tubes de Geissler, etc., que par celui de réactions lumineuses sensibles à l'ultra-violet.

L'effluve traverse les corps médiocres conducteurs en quantité variable avec l'épaisseur et la nature de ces corps; l'effluve émanant des tubes de Crookes ne se produit probablement que pour un certain degré de

[1] On sait que des effets photographiques de l'effluve ont été constatés, et qu'on attribue à son action le voile des plaques photographiques transportées en plein air en temps d'orage.

vide, nécessaire pour qu'il puisse s'établir et se maintenir une différence de potentiel entre l'électrode et la paroi du verre ; aussitôt que le degré de vide n'est plus suffisant la décharge a lieu et l'effluve disparaît. Pour agir photographiquement et donner des contours définis, il faut que le condensateur formé par le tube de Crookes produise sur sa face externe (surface du verre) une effluve très divisée et très homogène ; c'est ce qui arrive quand l'électrode est un plan situé à quelques centimètres du verre. Il est probable que cette effluve actinique peut être produite sans tube de Crookes.

Lausanne, Lab. de physique de l'Université, 10 février 1896.

NOTE

SUR LES

HAUTEURS DIURNES DU LAC LÉMAN EN 1895

PAR

Ph. PLANTAMOUR.

Le tableau ci-joint, des hauteurs du lac pendant l'année 1895, enregistrées par le limnographe de Sécheron, indique pour la cote la plus basse $1^{m}045$ (0 = P. N. — 3^{m}) qui s'est présentée le 17 mars et pour la plus élevée $1^{m}884$ qui a eu lieu le 5 août. Cette dernière est bien un peu plus haute que ne l'exigerait la convention intercantonale. Elle est due à la grande chaleur qui a activé la fonte des glaciers, conjointement à une assez forte chute de pluie le dernier jour de juillet, laquelle a repris le 3 août et s'est prolongée trois jours. L'Arve étant très grosse à ce moment il n'était pas possible de lever les rideaux du barrage sans provoquer de graves perturbations en aval. Ce sont des conjonctures qui constituent une force majeure à laquelle il faut se soumettre, tout en faisant ce qui est possible pour l'éviter. Le lac a éprouvé en outre au milieu de novembre une nouvelle crue un peu moins forte que la première, causée également par de fortes pluies.

Il n'y a d'ailleurs rien d'intéressant à signaler pendant

Hauteurs moyennes diurnes du Lac Léman à Sécheron entre 9 h. m. et 3 h. s.

1895

Date.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	1.425	1.331	1.154	1.486	1.443	1.417	1.660	1.861	1.670	1.683	1.552	1.700
2	1.426	1.326	1.143	1.478	1.428	1.448	1.672	1.870	1.667	1.664	1.538	1.697
3	1.422	1.317	1.129	1.468	1.424	1.478	1.702	1.867	1.668	1.655	1.588	1.686
4	1.418	1.316	1.130	1.464	1.415	1.489	1.727	1.866	1.681	1.649	1.604	1.674
5	1.404	1.314	1.113	1.451	1.394	1.490	1.745	1.884	1.686	1.674	1.606	1.657
6	1.395	1.301	1.118	1.436	1.377	1.513	1.767	1.883	1.692	1.692	1.588	1.628
7	1.393	1.303	1.097	1.413	1.363	1.523	1.749	1.874	1.703	1.694	1.593	1.641
8	1.391	1.288	1.086	1.446	1.362	1.523	1.715	1.867	1.704	1.691	1.587	1.654
9	1.372	1.278	1.066	1.436	1.358	1.520	1.693	1.852	1.706	1.704	1.584	1.661
10	1.362	1.273	1.069	1.428	1.347	1.524	1.689	1.821	1.714	1.708	1.580	1.652
11	1.355	1.268	1.065	1.419	1.337	1.518	1.689	1.806	1.724	1.707	1.583	1.647
12	1.339	1.266	1.058	1.416	1.330	1.522	1.664	1.804	1.725	1.711	1.574	1.642
13	1.329	1.258	1.056	1.416	1.330	1.527	1.694	1.801	1.726	1.700	1.576	1.640
14	1.333	1.249	1.056	1.446	1.333	1.522	1.715	1.820	1.716	1.688	1.765	1.637
15	1.338	1.245	1.053	1.403	1.337	1.514	1.724	1.844	1.701	1.680	1.801	1.639
16	1.350	1.243	1.050	1.397	1.349	1.498	1.728	1.861	1.667	1.667	1.812	1.655
17	1.353	1.256	1.045	1.393	1.363	1.491	1.740	1.835	1.630	1.693	1.812	1.657
18	1.364	1.229	1.046	1.392	1.353	1.490	1.761	1.803	1.623	1.668	1.812	1.648
19	1.358	1.198	1.047	1.390	1.333	1.494	1.780	1.780	1.621	1.628	1.807	1.639
20	1.359	1.188	1.048	1.381	1.340	1.501	1.785	1.774	1.609	1.601	1.791	1.628
21	1.358	1.174	1.077	1.373	1.341	1.528	1.780	1.751	1.622	1.588	1.783	1.623
22	1.373	1.167	1.091	1.371	1.347	1.552	1.790	1.736	1.612	1.572	1.774	1.614
23	1.375	1.157	1.109	1.367	1.350	1.557	1.800	1.732	1.618	1.573	1.759	1.612
24	1.380	1.150	1.118	1.376	1.352	1.573	1.811	1.717	1.632	1.578	1.797	1.604
25	1.381	1.156	1.148	1.411	1.355	1.590	1.808	1.723	1.648	1.614	1.767	1.620
26	1.384	1.188	1.251	1.453	1.356	1.599	1.801	1.704	1.656	1.604	1.747	1.621
27	1.385	1.178	1.306	1.472	1.362	1.601	1.801	1.696	1.673	1.616	1.729	1.621
28	1.406	1.169	1.361	1.477	1.369	1.596	1.819	1.684	1.680	1.615	1.721	1.612
29	1.401	.....	1.430	1.473	1.369	1.601	1.812	1.693	1.683	1.584	1.708	1.606
30	1.369	.....	1.470	1.458	1.381	1.627	1.820	1.681	1.688	1.583	1.704	1.615
31	1.347	.....	1.481	.....	1.396	.....	1.838	1.670	.....	1.574	.....	1.670

cette année, sauf peut-être le tremblement de terre du 1er novembre à Nyon, qui a été assez fort au dire de ses habitants, mais qui n'a eu aucun effet appréciable sur le lac. La secousse qui a eu lieu vers une heure du matin, heure à laquelle en l'absence de vent et de bateaux à vapeur la ligne tracée par le limnographe est unie sans la moindre perturbation, aurait dû présenter quelque sinuosité plus ou moins brusque si le lac avait subi une influence quelconque. Or il n'en a rien été, la ligne est restée parfaitement unie. Il semble d'ailleurs naturel qu'une secousse si rapide et de si courte durée, ne puisse pas mettre en mouvement une masse liquide pareille au bassin du lac et qui n'adhère pas au sol. Depuis l'établissement du limnographe, il y a dix-neuf ans, aucun des tremblements de terre antérieurs n'a produit la plus petite perturbation dans sa marche régulière.

ÉTUDE

SUR LA

DISSYMÉTRIE MOLÉCULAIRE

(2e Mémoire)

RECHERCHES SUR LE POUVOIR ROTATOIRE DES CORPS ACTIFS HOMOLOGUES

PAR

MM. Ph.-A. GUYE et L. CHAVANNE

(*Suite et fin*[1]).

DEUXIÈME PARTIE

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Alcool amylique Claudon.

Les dérivés amyliques actifs qui ont été décrits jusqu'à présent ont été obtenus au moyen d'alcools amyliques actifs fort différents; les uns, comme ceux préparés par M. Le Bel[2] et par M. Plimpton[3] proviennent de l'alcool actif le plus riche que l'on ait obtenu ($[\alpha]_D = -5.1$ à 5.6.); les autres au contraire, et c'est certainement le plus grand nombre, ont été préparés au moyen de l'alcool amylique du commerce; or, suivant sa provenance, ce dernier a un pouvoir rotatoire qui varie entre $[\alpha]_D = -0,9$ et $[\alpha]_D = -2,5$. C'est dire que les valeurs des rotations spécifiques des corps décrits jusqu'à présent varient à peu près dans le rapport du simple au triple, elles ne sont donc comparables en aucune manière entre elles, et les quel-

[1] Voir *Archives*, t. I, 1806, p. 54.
[2] Le Bel. *Bull. Soc. chim.* (2) 21, 542.
[3] Plimpton. *Chem. Soc. Trans.*, t. 39, p. 332.

ques tentatives qui ont été faites pour les utiliser dans ce sens n'ont au cune signification précise.

Nous n'insisterons donc pas autrement sur l'historique de ces déterminations antérieures qui ont du reste été déjà l'objet d'un résumé complet [1]; nous n'aurions qu'à y ajouter les travaux de Mlle Welt [2] et de M. Walden [3].

La fabrique G. Claudon, à Paris, livre depuis quelques années un alcool amylique relativement très actif, préparé par la méthode de M. Le Bel, au moyen de l'alcool amylique commercial; le traitement par l'acide chlorhydrique gazeux n'est sans doute pas poussé à l'extrême limite, car le pouvoir rotatoire de cet alcool est seulement de $[\alpha]_D = -4.4$ à la température de 26° et de -4.5 à la température de 15°; quelques échantillons sont un peu plus actifs (-4.57), d'autres un peu moins [4].

Il serait évidemment désirable de pouvoir opérer sur un alcool encore plus actif; mais ce produit nous a paru suffir à l'étude des propriétés optiques de séries homologues de dérivés amyliques, car le polarimètre permet déjà d'apprécier des différences de rotation que la pureté des corps ne permet souvent pas de garantir, quelles

[1] Guye. *Ann. Chim. Phys.* et *Arch. sc. phys. et nat.* (1).

[2] Welt. *Bull. Soc. chim.* (3), t. 11, p. 1178.

[3] Walden. *Zeitschr. f. phys. Chem.* 15. 638.

[4] C'est cet alcool que nous désignons dans nos publications antérieures sous le nom d'alcool à pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -4.4$.

Le pouvoir rotatoire de l'alcool amylique varie avec la température. C'est ainsi qu'un même échantillon conduit aux valeurs suivantes (Guye et do Amaral. *Archives sc. phys. et nat.* Genève 1895).

$[\alpha]_D = -4.52$ à 16°

$[\alpha]_D = -4.12$ à 76°

que soient du reste les précautions prises pour les préparer.

Nos observations relatives aux dérivés amyliques actifs, tous obtenus à partir de l'alcool Claudon, n'ont donc pas une valeur absolue, mais seulement relative ; on remarquera du reste qu'il en eut été probablement de même si nous avions d'abord purifié cet alcool jusqu'au maximum d'activité que peut donner le traitement par l'acide chlorhydrique gazeux; rien ne prouve en effet, comme l'ont fait remarquer M. Plimpton[1] et M. Rogers[2], que l'alcool ainsi obtenu soit complètement débarrassé d'isomères inactifs.

On peut cependant faire une objection à l'emploi de l'alcool Claudon : dans les diverses transformations que l'on peut faire subir à ce produit, les parties actives ne réagissent peut-être pas toujours dans les mêmes proportions que les parties inactives ; l'alcool actif peut se transformer plus ou moins facilement que ses isomères inactifs; tel est le cas, par exemple, dans le traitement par l'acide chlorhydrique gazeux ; on sait que l'alcool actif se convertit plus difficilement en éther chloré.

Nous ne pensons pas qu'il y ait là une cause d'erreur sérieuse, car chaque fois que nous avons eu l'occasion de régénérer l'alcool amylique de combinaisons dans lesquelles il était entré, nous avons toujours retrouvé un pouvoir rotatoire sensiblement égal à celui qu'il avait primitivement. En outre, s'il se produit réellement de petites différences dans l'aptitude aux réactions, entre les parties actives ou inactives de l'alcool amylique,

[1] Plimpton. loc. cit.

[2] Rogers. *J. Chem. Soc.* 63, p. 1131.

différences qui sont évidemment possibles au point de vue théorique, celles-ci doivent être tout à fait négligeables lorsqu'on envisage les corps d'une même série homologue, tous préparés dans des conditions aussi identiques que possible; on en verra d'ailleurs une preuve expérimentale plus loin; tout au plus pourraient-elles être constatées lorsqu'on compare des corps appartenant à des séries différentes.

L'emploi de l'alcool Claudon présente enfin un avantage qui ne doit pas être méconnu; tous les dérivés actifs étudiés récemment, soit dans ce laboratoire, soit ailleurs, en particulier les intéressantes observations de M. Walden, ont pour point de départ un produit de même activité. Tous ces résultats revêtent ainsi un certain caractère de comparabilité qu'ils n'auraient pas autrement.

Mesures de densité, mesures polarimétriques et mesures réfractométriques.

Les mesures de densité consignées dans ce travail sont toutes rapportées à la densité de l'eau à 4° comme unité; elles ont été utilisées pour calculer les volumes moléculaires dont les valeurs ont été comparées avec celles déduites de la formule de M. Traube [1]. Sans en rechercher la cause, nous constatons que les deux valeurs ne concordent pas toujours très bien.

Les mesures polarimétriques ont été effectuées au moyen d'un polarimètre Lippich permettant d'apprécier avec exactitude une déviation de 0°,01 à 0°,02. Sauf indication contraire, elles se rapportent aux mêmes tempéra-

[1] Traube *Berichte* 28.410.

tures que les mesures de densité. Les calculs nécessaires pour ramener les densités aux mêmes températures que les observations réfractométriques ou polarimétriques ont été souvent effectués en déterminant la densité à deux températures et en déduisant de là le coefficient moyen de dilatation; dans plusieurs cas la correction a été calculée par la formule de MM. Guye et Jordan.

Le pouvoir rotatoire spécifique est exprimé par la formule usuelle :

$$[\alpha]_D = \frac{\alpha}{l \times d}$$

Les mesures réfractométriques, rapportées à la raie D, ont été effectuées au moyen du réfractomètre à liquide système Pulfrich. Les indices observés ont servi à calculer la réfraction moléculaire par la formule:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d}$$

Nous ne prétendons pas donner des valeurs exactes de cette constante pour les différents éthers décrits dans ce mémoire; cette détermination de la réfraction moléculaire n'ayant d'autre but que de contrôler la pureté relative des corps, nous avons toujours indiqué la valeur calculée[1] à côté de la valeur observée.

Afin d'abréger les notations, la réfraction moléculaire a été désignée par le symbole R. M. dans lequel on a :

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{1}{d}$$

[1] Pour ces calculs, voir les données de l'*Agenda du Chimiste*. Paris 1895.

1re *Série. Éthers sels de l'alcool amylique dérivés des acides gras normaux.*

Les acides gras, provenant pour la plupart de la fabrique Kahlbaum, ont été employés tels quels, sans autre purification. A ce point de vue, nos observations polarimétriques ne représentent peut-être pas les constantes optiques des éthers chimiquement purs ; cependant la distillation, que nous avons généralement effectuée au moyen du tube Hempel-Monnet, constitue un moyen suffisant de purification, ainsi que le prouve la concordance des réfractions moléculaires observées et calculées.

Pour le butyrate d'amyle seul, nous ne sommes pas parvenus à isoler un produit assez pur par distillation fractionnée; aussi avons-nous été obligés de transformer en premier lieu l'acide butyrique en éther éthylique, de purifier celui-ci par distillation et d'en régénérer l'acide.

Pour préparer les éthers amyliques, nous avons toujours fait réagir un excès d'acide sur l'alcool amylique (2 moléc. d'acide pour 1 moléc. d'alcool); bien que l'éthérification ne soit jamais totale, nous avons cru bien faire de nous placer dans ces conditions, qui paraissent favoriser une éthérification plus complète; en outre nous avons toujours ajouté au mélange d'alcool et d'acide, 1 à 2 gouttes d'acide sulfurique concentré. Après avoir maintenu ce mélange pendant 4 à 5 heures en ébullition, on le verse dans l'eau et l'on neutralise l'excès d'acide par du carbonate de soude. Le liquide décanté, puis desséché sur du carbonate de potasse sec, est soumis à une distillation fractionnée.

En général, cette opération est suffisante pour élimi-

ner complètement l'alcool amylique en excès. Cependant pour les termes inférieurs (jusqu'au propionate d'amyle) la différence des points d'ébullition n'est pas assez grande pour atteindre facilement ce résultat. Dans ce cas, nous avons encore traité l'éther amylique, provenant d'une première distillation, par l'anhydride phosphorique qui retient les dernières traces d'eau et d'alcool; le liquide décanté est de nouveau distillé, et passe alors dans un intervalle de température beaucoup plus restreint; en même temps l'activité augmente. Cette précaution ne peut être négligée, car l'alcool amylique lévogyre, même en petite quantité, peut modifier considérablement le pouvoir rotatoire des éthers sels qui sont tous dextrogyres.

Les observations polarimétriques suivantes, effectuées sur les éthers inférieurs, avant et après le traitement par l'anhydride phosphorique, démontrent bien que ce procédé de purification n'est pas illusoire.

	Déviation polarimétrique pour $L = 2$ dcm.	
	Avant.	Après.
Formiate d'amyle	+ 3.04	+ 3.54
Acétate d'amyle	+ 3.60	+ 4.42
Propionate d'amyle	+ 4.32	+ 4.69

Il est d'ailleurs indispensable pour obtenir les éthers sels inférieurs avec un pouvoir rotatoire toujours le même.

1. *Formiate d'amyle* $HCO^2CH^2.CH\begin{cases} C^2H^5 \\ CH^3 \end{cases}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 70 gr. d'acide formique.

Point d'ébullition : 120° — 122° $H_0 = 726$

Densités : $d_{20} = 0{,}8818$ $d_{70} = 0{,}832$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.3987$ à 20°.2 $d_{20\cdot 2} = 0,882$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R.M.	31.79	31.59

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$ =	131.6	127.3

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +3,54$ pour L = 2 dcm. à 20°.4

$\alpha_D = +3.30$ » L = 2 » à 70°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = +2.01$ à 20°

$[\alpha]_D = +1.98$ à 70°

2. *Acétate d'amyle* $CH^3CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 90 gr. d'acide acétique cristallisable.

Point d'ébullition : 138° — 139° $H_o = 725$

Densités : $d_{20} = 0,8724$ $d_{57} = 0,834$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4012$ à 20°2 $d_{20\cdot 2} = 0,872$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R.M.	36.24	36.19

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	149	143.4

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +4.42$ pour L = 2 dcm. à 20°

$\alpha_D = +4.18$ » L = 2 » à 57°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = +2.53$ à 20°

$[\alpha]_D = +2.51$ à 57°

3. *Propionate d'amyle* $C^2H^5CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 58 gr. d'acide propionique.

Point d'ébullition : 156° — 158° $H_0 = 726$

Densité : $d_{20} = 0,8694$ $d_{67} = 0,826$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1,4066$ à 19°.8 $d_{19^0.8} = 0,871$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R.M.	40.67	40.79

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	165	159.5

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 4.69$ pour L = 2 dcm. à 20°

$\alpha_D = + 2.21$ » L = 1 » à 67°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2,77$ à 20°

$[\alpha]_D = + 2.68$ à 67°

4. *Butyrate* N *d'amyle* $C^3H^7CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 40 gr. d'acide butyrique.

Point d'ébullition : 173° — 176° $H_0 = 726$

Densité : $d_{20} = 0,862$ $d_{66} = 0,843$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4112$ à 20°.4 $d_{20.4} = 0,861$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R.M.	45.66	45.40

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	183	175.6

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 2.37$ pour L = 1 dcm. à 20°

$\alpha_D = + 1.07$ » L = 0,5 » à 65°.6

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.69$ à $20°$

$[\alpha]_D = + 2.54$ à $65°.6$

5. *Valérate normal d'amyle* $C^4H^9CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 17 gr. d'alcool amylique et 20 gr. d'acide valérique normal.

Point d'ébullition : 195° — 197° $H_0 = 733$

Densité : $d_{20} = 0,860$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4162$ à $19°.8$ $d_{19°.8} = 0,861$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	50.12	49.99

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	199	191.7

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 2.16$ pour L = 1 dcm. à $20°$

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.52$ à $20°$

6. *Caproate d'amyle* $C^5H^{11}CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 5 gr. d'alcool amylique et 7 gr d'acide caproique.

Point d'ébullition : 212°—214° $H_0 = 727$

Densité : $d_{20} = 0,859$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4201$ à $20°$ $d_{20} = 0,859$

	Observé.	Calculé.
R. M.	54.85	54.60

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	215	207.8

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 1.03$ pour L = 0,5 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.40$ à 20°

7. *Oenanthylate ou heptylate d'amyle* $C^6H^{13}CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 6,70 gr. d'alcool amylique et 10 gr. d'acide heptylique.

Point d'ébullition : 232° — 235° $H_0 = 729$

Densité : $d_{20°} = 0,861$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4238$ à 20°.4 $d_{20°.4} = 0,861$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	59.18	59.20

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	232	223.9

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 0,95$ pour L = 0,5 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.21$ à 20°

8. *Caprylate d'amyle* $C^7H^{15}CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 6.10 d'alcool amylique et 11 gr. d'acide caprylique.

Point d'ébullition : 250° — 253° $H_0 = 727$

Densité : $d_{20} = 0,860$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4273$ à 20°.4 $d_{20°.4} = 0,860$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	63.82	63.80

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	248	240

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 0,90$ pour L = 0,5 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.10$ à 20°

9. *Nonylate d'amyle* $C^8H^{17}CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 5.50 gr. d'alcool amylique et 10 gr. d'acide nonylique.

Point d'ébullition : 262° — 265° $H_0 = 727$

Densité : $d_{20} = 0,861$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1,4298$ à 20° $d_{20} = 0,861$

	Observé.	Calculé.
R. M.	68,33	68,40

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	264	256,1

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 0,84$ pour L = 0.5 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 1.95$ à 20°

10. *Undecylate d'amyle* $C^{10}H^{21}.CO^2.C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 4.70 d'alcool amylique et 10 gr. d'acide undecylique.

Point d'ébullition : 293° — 296° $H^0 = 729$

Densité : $d_{20} = 0,871$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1,4431$ à 20°,4 $d_{20°,4} = 0,871$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	77.91	77.61

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	293	288.3

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 0,82$ pour L = 0,5 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 1.88$ à 20°

11. *Laurate d'amyle* $C^{11}H^{23}.CO^2.C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 4.40 gr. d'alcool amylique et 10 gr. d'acide laurique.

Point d'ébullition : 305° — 308° $H_0 = 729$

Densité : $d_{20} = 0,859$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1,4368$ à 20° $d_{20} = 0,859$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	82.30	82.21

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	314	304.4

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 0,67$ pour L = 0,5 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 1.56$ à 20°

12. *Palmitate d'amyle* $C^{15}H^{31}CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 20 gr. d'alcool amylique et 57 gr. d'acide palmitique.

Point de fusion : 12° — 13°

Densité : $d_{20} = 0,854$ $d_{50} = 0,835$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4467$ à 20°.2 $d_{20\cdot2} = 0.854$

	Observé.	Calculé.
R. M.	101.80	101.96

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	381	368,4

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +2.19$ pour $L = 2$ dcm. à 20°

$\alpha_D = +1.93$ » $L = 2$ » à 50°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = +1.28$ à 20°

$[\alpha]_D = +1.16$ à 50°

Le palmitate et le stéarate d'amyle ne se forment qu'en très petite quantité lorsqu'on chauffe à l'ébullition le mélange d'acide et d'alcool, en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré : c'est pourquoi ces éthers ont été obtenus autrefois en chauffant ce mélange en tubes scellés à une température élevée.

Comme nous désirions éviter autant que possible ces températures élevées, qui peuvent provoquer un commencement de racémisation, nous avons cherché à produire l'éthérification sans dépasser la température d'ébullition de l'alcool amylique. Voici comment nous avons opéré : On commence par chauffer quelque temps le mélange des deux corps, puis on laisse refroidir ; le contenu du ballon se prend en une masse au-dessous de laquelle se trouvent quelques gouttes d'eau ; on siphone ces dernières, puis on recommence à chauffer ; après quelques heures, on laisse de nouveau refroidir pour siphoner l'eau formée et ainsi de suite.

Après deux ou trois traitements analogues, la plus grande partie de l'acide est transformée en éther ; l'excès, généralement solidifié après refroidissement, est enlevé par des lavages à la soude, comme précédemment, et l'éther formé est purifié par cristallisation.

13. *Stéarate d'amyle* $C^{17}H^{35}CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 10 gr. d'alcool amylique et 34 gr. d'acide stéarique.

Point de fusion: 20° — 21°

Densité: $d_{20} = 0,855$

Réfraction moléculaire:

$n_D = 1,4451$ à 24° $d_{24} = 0,854$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	110.56	111.17

Volume moléculaire:

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	414	400.6

Pouvoir rotatoire:

$\alpha_D = +1.09$ pour L = 1 dcm. à 20°

d'où l'on déduit:

$[\alpha]_D = +1.27$ à 20°

Nous avons réuni dans le tableau I les valeurs des pouvoirs rotatoires spécifiques et celles du produit d'asymétrie; les unes et les autres passent par un maximum.

L'éther 10, qui ne dérive pas d'un acide normal, ne figure pas dans ce tableau.

TABLEAU I

Ethers.	Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Formiate d'amyle.....	+ 2.01	332
Acétate d'amyle.....	+ 2.53	**374**
Propionate d'amyle.....	**+ 2.77**	373
Butyrate *n* d'amyle.....	+ 2.69	351
Valérate *n* »	+ 2.52	321
Caproate *n* »	+ 2.40	289
Heptylate *n* »	+ 2.21	258
Caprylate *n* »	+ 2.10	229
Nonylate *n* »	+ 1.95	204
Laurate *n* »	+ 1.56	144
Palmitate *n* »	+ 1.28	93.5
Stéarate *n* »	+ 1.27	76.7

Le tableau II contient les valeurs du pouvoir rotatoire à la température ordinaire et à une autre température plus élevée (60°—70°); il démontre que si les propriétés optiques sont un peu modifiées par une élévation de température, la position du maximum de $[\alpha]_D$ n'en est cependant pas changée. D'autre part, les variations de pouvoir rotatoire sous l'action de la chaleur sont, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus accentuées que l'éther est plus éloigné de sa température d'ébullition.

TABLEAU II

Ethers.	Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$ à 20°—22°	Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$ à 60°—70°
Formiate d'amyle	+ 2.01	+ 1.98
Acétate d'amyle	+ 2.53	+ 2.51
Propionate d'amyle....	+ 2.77	+ 2.68
Butyrate d'amyle	+ 2.69	+ 2.54
Palmitate d'amyle.....	+ 1.28	+ 1.16

On peut faire à nos résultats consignés dans le tableau I deux objections qui ont été formulées à la suite de la communication sommaire que nous en avons faite :

1° L'alcool amylique employé étant en réalité un mélange d'alcool actif et inactif, il se pourrait que l'un des deux alcools ne s'éthérifiât pas avec la même vitesse, en présence d'un acide volatil tel que l'acide formique ou d'un acide à point d'ébullition très élevé comme l'acide palmitique. Dans ce cas, le passage de $[\alpha]_D$ par un maximum pourrait bien être fortuit[1].

Afin de lever les doutes soulevés par cette objection, nous avons saponifié dans des conditions aussi identiques

[1] Objection faite par MM. Frankland et Mac Gregor, loc. cit

que possible le formiate et le palmitate d'amyle ; les deux éthers ont été chauffés pendant plusieurs jours à l'ébullition avec une dissolution de potasse additionnée d'alcool méthylique ; les deux appareils à reflux étaient placés dans le même bain d'huile. Le produit de la réaction a été ensuite extrait à l'éther et la solution éthérique soigneusement rectifiée : dans les deux expériences, on a recueilli la portion 124° — 128° qui a été examinée au polarimètre sous forme de dissolution alcoolique. On a trouvé pour l'alcool amylique régénéré du palmitate $[\alpha]_D = -4.6$, et pour celui régénéré du formiate $[\alpha]_D = -4.9$ (déviation d'environ 0,70 pour L = 1) ; ces nombres sont un peu supérieurs au pouvoir rotatoire de l'alcool $[\alpha]_D = -4,4$ à $-4,5$: ce qui provient de ce que l'alcool méthylique augmente un peu le pouvoir rotatoire de l'alcool actif. Malgré toutes les précautions prises pour conduire les deux expériences ci-dessus de la même manière, il est très difficile de satisfaire complètement à cette condition, notamment lorsqu'on fractionne par la distillation l'alcool amylique régénéré. La différence entre les nombres —4.6 et —4.9 peut donc être considérée comme de l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences ; d'ailleurs, même si elle ne l'était pas, l'existence du maximum de $[\alpha]_D$ n'en serait pas moins établie.

Les observations de M. Menchoutkine[1] sur la vitesse unique d'éthérification des alcools primaires avec les acides gras de la série normale permettaient de prévoir ce résultat ; de même aussi celles de M. Freundler[2],

[1] Menchoutkine. *Handbuch d. org. chem.* publié par M. Beilstein. 3e édit., t. I. p. 218.

[2] Freundler. *Thèse*, p. 16. Paris 1894. Voir aussi *loc. cit.*

confirmées par M. Simon[1], sur l'impossibilité de dédoubler les racémiques par simple éthérification avec l'alcool amylique.

2° En admettant même qu'il n'y ait aucune différence dans l'éthérification des termes inférieurs et supérieurs de la série, leur purification par distillation fractionnée pourrait provoquer une racémisation partielle, d'autant plus prononcée que la température d'ébullition est elle-même plus élevée ; dans ce cas, le maximum de $[\alpha]_D$ pourrait être le résultat d'une circonstance fortuite[2]. Les expériences de saponification effectuées sur le formiate et le palmitate d'amyle prouvent que cette cause d'erreur n'est pas à craindre.

IIme Série. *Éthers dérivés des acides halogénés.*

Ces corps ont été préparés comme les précédents, en prenant les mêmes proportions d'alcool et d'acide que dans la Ire série. Ils ont été purifiés par les mêmes procédés.

14. *Monochloracétate d'amyle* $CH^2ClCO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 60 gr. d'acide monochloracétique.

Point d'ébullition : 188° — 191° $H_0 = 721.7$

Densités : $d_{22} = 1.055$ $d_{60°,2} = 0.956$

Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.4329$ à 21°.8 $d_{21}.8 = 1.055$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	40.58	40.37

[1] Simon. *Bull. soc. chim.* (3), t. 11, p. 767.

[2] Objection énoncée par M. Van't Hoff. *Lagerung*, etc. 1894.

Volume moléculaire:

	Observé.
$\frac{M}{d}$	156

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 3.04$ pour L = 1 dcm. à 22°
$\alpha_D = + 2.76$ » L = 1 dcm. à 60°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 3.44$ à 22°
$]\alpha]_D = + 3.36$ à 60°

15. *Dichloracétate d'amyle* $CHCl^2CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 60 gr. d'acide dichloracétique.

Point d'ébullition: 198° — 200° $H_0 = 720.9$
Densités : $d_{22} = 1.149$ $d_{60\cdot2} = 1.093$

Réfraction moléculaire:

$n_D = 1.4456$ à 20°.8 $d_{20\cdot8} = 1.150$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	46.15	45.31

Volume moléculaire:

	Observé.
$\frac{M}{d}$	172

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 3.19$ pour L = 1 dcm. à 22°
$\alpha_D = + 5.79$ » L = 2 dcm. à 60°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.77$ à 22°
$[\alpha]_D = + 2.65$ à 60°

16. *Trichloracétate d'amyle* $CCl^3CO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 90 gr. d'acide trichloracétique.

Point d'ébullition : 210° — 212° $H_0 = 720.9$
Densité : $d_{22} = 1,233$ $d_{60} = 1,172$

Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.4517$ à 21°.4 $d_{21\cdot4} = 1.233$

	Observé.	Calculé.
R. M.	51.05	50.25

Volume moléculaire :

	Observé.
$\frac{M}{d}$	188

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = + 3.35$ pour L = 1 dcm. à 22°

$\alpha_D = + 3.03$ » L = 1 » à 60°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 2.71$ à 22°

$[\alpha]_D = + 2.58$ à 60°

17. *Monobromacétate d'amyle* $CH^2BrCO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée par l'action du chlorure de brombutyryle sur l'alcool amylique.

Point d'ébullition 210° — 216°

Ce produit n'étant pas très pur on s'est borné à prendre sa déviation :

$\alpha_D = + 2.64$ pour L = 1 dcm.

18. *Monochloropropionate d'amyle* $CH^3CHClCO^2C^5H^{11}$

Préparation effectuée sur 16 gr. d'alcool amylique et 21 gr. d'acide chloropropionique.

Point d'ébullition : 192° — 195° $H_0 = 721.7$

Densité : $d_{22} = 1.032$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4366$ à 21°.2 $d_{21.2} = 1.032$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
R. M.	45.26	44.98

Volume moléculaire :

	Observé.
$\frac{M}{d}$	173

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = + 1.57$ pour L = 0,5 à 22°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = + 3.04$ à 22°

Le tableau III renferme les données relatives aux éthers d'acides halogènes. Leur série donne, comme nous l'avons vu, des résultats dont l'allure ne peut être prévue.

Tableau III

Dérivés de l'acide acétique.

	Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$	Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$
Monochloracétate d'amyle	+ 3.44	337
Dichloracétate »	+ 2.77	260
Trichloracétate »	+ 2.71	194

Homologues.

Monochloracétate d'amyle	3.44	337
Monochorpropionate »	3.04	306

IIIme *série. Éthers dérivés des acides aromatiques.*

Ces éthers ont été préparés en suivant la même méthode que celle indiquée pour les corps de la Ire série.

19. *Benzoate d'amyle* $C^6H^5.CO^2.C^5H^{11}$.

Préparation effectuée sur 35 gr. d'alcool amylique et 90 gr. d'acide benzoïque.

Point d'ébullition : 253°—254° $H_0 = 724$

Densité : $d_{22} = 0{,}988$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4943$ à 20°.80 $d_{20\cdot8} = 0{,}988$ (calc).

	Observé.	Calculé.
RM.	56.53	55.15

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	194	190

Pouvoir rotatoire:

$\alpha_D = +9.58$ pour L = 2 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +4.96 \text{ à } 22°$$

20. *Phénylacétate d'amyle* $C^6H^5CH^2CO^2C^5H^{11}$.

Préparation effectuée sur 20 gr. d'alcool amylique et 25 gr. d'acide phényl-acétique.

Point d'ébullition : 265°—266° $H_0 = 722.7$

Densité : $d_{22} = 0{,}982$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4872$ à 21° $d_{21°} = 0{,}982$ (calc).

	Observé.	Calculé.
RM	60.31	59.76

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	209.6	211.9

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +3.77$ pour L = 1 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +3.84 \text{ à } 22°$$

21. *Orthotoluate d'amyle* $CH^3.C^6H^4.CO^2C^5H^{11}$.

Préparation effectuée sur 20 gr. d'alcool amylique et 30 gr. d'acide orthotoluique.

Point d'ébullition : 265°—268°

Densité : $d_{20} = 0{,}985$

Réfraction moléculaire:

$n_D = 1.4984$ à 19°6 $d_{19°6} = 0{,}985$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
RM	61.36	59.76

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	209	211.9

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = +4.51$ pour L = 1 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +4.55 \text{ à } 20°$$

22. *Paratoluate d'amyle* $CH^3C^6H^4.CO^2C^5H^{11}$.

Préparation effectuée sur 20 gr. d'alcool amylique et 30 gr d'acide paratoluique.

Point d'ébullition : 271°—272°

Densité : $d_{20} = 0{,}982$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4975$ à 19.1 $d_{19\cdot1} = 0.983$

	Observé.	Calculé.
RM	61.43	59.76

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	209.6	211.9

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +5.11$ pour L = 1 dcm. à 20°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +5.200 \text{ à } 20°$$

23. *Phénylpropionate* $C^6H^5.CH^2CH^2C^5H^{11}$.

Préparation effectuée sur 25 gr. d'alcool amylique et 43 gr. d'acide phénylpropionique.

Point d'ébullition: 279°—281° $H_0 = 728.5$

Densité : $d_{22} = 0{,}976$

Réfraction moléculaire :

n_D 1.4875 à 20°.8 $d_{20\cdot8} = 0{,}977$

	Observé.	Calculé.
RM	64.79	64.36

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	225	234

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +2.10$ pour L = 1 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +2.15 \text{ à } 22°$$

Le tableau IV contient les données relatives aux homologues du benzoate d'amyle considéré comme phénylformiate d'amyle.

TABLEAU IV.

	Rotat. spécifiques. $[\alpha]_D$	Prod. d'asymétrie. $P \times 10^6$
Benzoate d'amyle	+ 4.96	275
Phénylacétate »	+ 3.84	245
Phénylpropionate »	+ 2.15	218

Dans le tableau V, on a inscrit les pouvoirs rotatoires d'éthers isomères.

TABLEAU V.

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$
Phénylacétate d'amyle	+ 3.84
Orthotuluate »	+ 4.55
Paratoluate »	+ 5.20

IVme Série. *Ethers de l'acide valérique actif.*

L'acide valérique actif que nous avons employé provenait de la maison Claudon, où il a été préparé par oxydation de l'alcool actif. Cet acide distille à 173°—174°; sa densité à 22° est 0.938 et son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 13.64$.

L'éthérification de l'acide valérique ne présente pas de difficultés. On chauffe pendant 6 heures au réfrigérent ascendant, à l'ébullition, un mélange d'acide valérique et d'alcool dans les proportions d'une molécule du premier pour deux molécules du second, et pour favoriser l'éthérification on ajoute 2 ou 3 gouttes d'acide sulfurique concentré. Le produit de la réaction est ensuite traité avec une solution de carbonate de soude jusqu'à réaction alcaline, puis lavé à l'eau, séché sur du carbonate de potasse sec et fractionné au tube Hempel-Monnet.

24. *Valérate de méthyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CO^2.CH^3$

Préparation effectuée sur 10 gr. d'acide valérique et 6.50 gr. d'alcool méthylique.

Point d'ébullition : 113° — 115° $H_o = 713$

Densité: $d_{22} = 0,882$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1,3936$ à 20°,7 $d_{20\cdot7} = 0,883$ (calc.)

	Observé	Calculé
RM	31.35	30.82

Volume moléculaire :

	Observé	Calculé
$\frac{M}{d}$	131.5	129

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +7.42$ pour L = 0,5 dcm à 22°

d'où l'on déduit:

$[\alpha]_D = +16.83$ à 22°

25. *Valérate d'éthyle* $C^4H^9.CO^2.C^2H^5$

Préparation effectuée sur 10 gr. d'acide valérique et 9 gr. d'alcool éthylique.

Point d'ébullition: 131°—133° $H_o = 730$

Densité: $d_{22} = 0.864$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.3964$ à 20°.4 $d_{20\cdot4} = 0.865$ (calc.).

	Observé	Calculé
RM	36.12	35.43

Volume moléculaire :

	Observé	Calculé
$\frac{M}{d}$	162	152

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +5.81$ pour L = 0,5 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = +13.44$ à 22°

26. *Valérate de propyle* $C^4H^9CO^2C^3H^7$

Préparation effectuée sur 10 gr. d'acide valérique et 12 gr. d'alcool propylique.

Point d'ébullition : 154°—157° $H_0 = 730$

Densité : $d_{22} = 0.860$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4033$ à 20°.4 $d_{20°.4} = 0.861$ (calc.)

	Observé	Calculé
RM	40.80	40.03

Volume moléculaire :

	Observé	Calculé
$\frac{M}{d}$	167	173

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +5.01$ pour L = 0,5 decm. à 22°

d'où l'on déduit

$[\alpha]_D = +11.68$ à 22°

27. *Valérate normal de butyle* $C^4H^9CO^2C^4H^9$

Préparation effectuée sur 10 gr. d'acide valérique et 10 gr. d'alcool butylique normal.

Point d'ébullition : 173°—176° $H_0 = 730$

Densité : $d_{22} = 0.856$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4090$ à 20°.2 $d_{20°.2} = 0.858$

	Observé	Calculé
RM	45.44	44.63

Volume moléculaire :

	Observé	Calculé
$\frac{M}{d}$	184.5	195.9

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +4.54$ pour L = 0,5 decm. à 22°

d'où l'on déduit :

$[\alpha]_D = +10.60$ à 22°

28. *Valérate d'isobutyle.*

Préparation effectuée sur 10 gr. d'acide valérique et 15 gr. d'alcool isobutylique.

Point d'ébullition : 165°—167° $H_0 = 715$

Densité : $d_{22} = 0.855$

Réfraction moléculaire:

$n_D = 1.4059$ à 20° $d_{20°} = 0.857$ (calc.)

	Observé	Calculé
RM	45.25	44.63

Volume moléculaire :

	Observé	Calculé
$\frac{M}{d}$	184.8	195.9

Pouvoir rotatoire:

$\alpha_D = +4.48$ pour L = 0.5 dcm. à 22°

d'où l'on déduit:

$$[\alpha_D] = +10.48 \text{ à } 22°$$

29. *Valérate de benzyle* $C^4H^9.CO^2.C^6H^5CH^2$

Préparation effectuée sur 10 gr. d'acide valérique et 21 gr. d'alcool benzylique.

Point d'ébullition : 246°=250° $H_0 = 730$

Densité: $d_{22} = 0.982$

Réfraction moléculaire :

$n_D = 1.4922$ à 20.40 $d_{20°.4} = 0.983$

	Observé	Calculé
RM	56.70	55.57

Volume moléculaire :

	Observé	Calculé
$\frac{M}{d}$	195	188.7

Pouvoir rotatoire:

$\alpha_D = +2.61$ pour L = 0.5 à 22°

d'où l'on déduit:

$$[\alpha]_D = +5.31 \text{ à } 22°$$

Les résultats fournis par l'étude polarimétrique des éthers de l'acide valérique sont réunis dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII.

	Rotation spécifique. $[\alpha]_D$		Produit d'asymétrie $P \times 10^6$
Acide valérique	+13.64	+17.3	218
	liquide	dissous dans l'eau	
Valérate de méthyle	**16.83**		332
» » éthyle	13.44		**374**
» » propyle *n*	11.68		364
» » butyle *n*	10.60		351
» d'isobutyle	(10.48)		(351)
» de benzyle	(5.31)		(221)

Pour l'acide valérique, nous avons fait figurer deux valeurs, l'une relative à l'acide liquide et l'autre déduite d'observations faites sur une dissolution aqueuse ; on sait en effet, que dans ces conditions les molécules complexes sont totalement décomposées en molécules simples $C^5H^{10}O^2$ plus comparables avec la grandeur moléculaire des éthers.

D'après des observations anciennes de Pierre et Puchot[1] effectuées sur un acide valérique peu actif, les pouvoirs rotatoires devraient être représentés par les nombres suivants :

	$[\alpha]_D$
Ether méthylique	+ 1.0
» éthylique	+ 1.5
» propylique	+ 1.1
» butylique	+ 0.4

Contrairement à nos observations, le valérate d'éthyle serait plus actif que celui de méthyle. Nous croyons cependant pouvoir garantir l'exactitude de nos résultats,

[1] Pierre et Puchot C. R. 76. 1322. Les valeurs de $[\alpha]_D$ ont été calculées par M. Landolt (*Drehungsvermögen*, etc.).

dont on trouve du reste la confirmation dans des observations antérieures [1].

Néanmoins, MM. Frankland et Mac Gregor [2] ayant émis des doutes à ce sujet, nous avons répété encore une fois la préparation des éthers méthylique et éthylique de l'acide valérique. L'échantillon d'acide utilisé dans ce but était un peu moins actif que le précédent; son pouvoir rotatoire était de $[\alpha]_D = +12.02$.

Les deux éthers ont été préparés dans des conditions aussi identiques que possible. Cependant avant d'être distillés, ils ont encore été traités par l'anhydride phosphorique en vue d'éliminer les dernières traces d'eau et d'alcool libre qu'ils peuvent retenir en dissolution. Ils ont donné lieu aux observations suivantes qui confirment les précédentes.

	Densité à 18°	Tempér. ébullit.	$[\alpha]_D$ Rotat. spécifique.
Ether méthylique	0.8835	112°—115°	+ 14.53
» éthylique	0.8686	130°—131°.5	+ 12.45

Ces expériences nous paraissent mettre hors de doute l'exactitude de nos premiers résultats.

Vme Série.

Ethers oxydes de l'alcool amylique.

La préparation de ces éthers, au premier abord très simple, présente en réalité de sérieuses difficultés. Nous avons essayé successivement plusieurs méthodes.

I. Un premier procédé consiste a faire réagir le bro-

[1] Guye, *Ann. chim. phys. (6)* 25-181. Les déviations observées étaient: éther méthylique + 3°.81. Ether éthylique + 2°.25.

[2] *Journal of. chem. Soc.* 1893, p. 1418.

mure d'amyle sur les alcoolates sodiques (méthylate éthylate de sodium, etc.); quelle que soit la durée de la réaction, la transformation n'est pas totale : il reste toujours une certaine quantité de bromure d'amyle inaltéré, que l'on ne parvient pas à éliminer par une distillation fractionnée, du moins en ce qui concerne les termes inférieurs de la série; à partir de l'oxyde de butylamyle (p. e. 145°) la séparation peut se faire, le bromure d'amyle passant à 118°. On s'aperçoit de la présence du bromure d'amyle par une augmentation considérable de la densité. C'est ainsi qu'un échantillon d'oxyde d'éthylamyle préparé de la sorte avait une densité de 1,008 au lieu de 0,759.

La présence d'une petite quantité de bromure d'amyle n'aurait pas un très grand inconvénient si les éthers amyliques oxydes ne se distinguaient pas par la petitesse de leur pouvoir rotatoire. Mais si l'on remarque que pour l'oxyde d'éthylamyle cette constante est seulement de + 0,90, on voit que la présence de bromure d'amyle à la dose de quelques centièmes, suffit déjà pour fausser la valeur de cette constante dans la proportion du simple au double.

Nous avons essayé d'éliminer le bromure d'amyle en faisant bouillir l'éther oxyde avec la potasse alcoolique, de façon à transformer le bromure en alcool amylique, puis en traitant le produit de cette réaction par le pentoxyde de phosphore qui retiendrait l'alcool amylique; mais l'expérience a prouvé que ce procédé de purification était encore insuffisant; nous l'avions appliqué à un mélange d'oxyde d'éthylamyle pur, provenant d'une préparation antérieure [1], et de bromure d'amyle.

[1] Guye, *Ann. Chim. phys.* loc cit.

II. En remplaçant le bromure d'amyle par l'iodure d'amyle et en le faisant réagir sur le méthylate sodique ou sur l'éthylate sodique, on obtient, il est vrai, des éthers, dont les températures d'ébullition sont assez éloignées de celle de l'iodure d'amyle pour les séparer par distillation; mais l'iodure d'amyle étant encore plus actif que le bromure, cette séparation doit être effectuée avec plus de soin encore; bien que nous ayons opéré avec toutes les précautions possibles, il nous a semblé qu'elle laissait encore à désirer. Cette méthode n'est du reste plus applicable pour les oxydes mixtes d'amyle et de propyle ou de butyle, ce dernier en particulier ayant à peu près la même température d'ébullition que l'iodure d'amyle.

III. En présence de ces difficultés ou de ces insuccès nous sommes revenus au procédé qui consiste à faire réagir les iodures de méthyle, d'éthyle et de propyle sur l'amylate sodique.

Pour atténuer autant que possible l'affaiblissement du pouvoir rotatoire qui pourrait résulter d'un commencement de racémisation de l'alcool amylique par dissolution du sodium métallique, nous avons préparé en une seule fois tout l'amylate sodique, et divisé celui-ci en diverses portions sur lesquels nous avons fait réagir séparément les iodures de méthyle, d'éthyle et de propyle.

Dans ce but, un atome-gramme de sodium a été dissout dans sept molécules grammes d'alcool amylique actif; en présence de cet excès d'alcool, la dissolution peut se faire petit à petit et entièrement à froid. Cette solution d'amylate sodique dans l'alcool en excès a été divisée en trois portions qui ont servi à préparer les oxydes mixtes méthylique, éthylique et propylique normal, ainsi qu'on le verra plus loin.

En résumé, nous avons obtenu les oxydes mixtes méthylique, éthylique, propylique par la réaction des iodures de méthyle, éthyle, propyle sur l'amylate sodique ; la même méthode a été employée pour préparer les oxydes mixtes de benzyle et de cétyle. D'autre part, les éthers butyliques et isobutylique ont été obtenus par réaction du bromure d'amyle sur le butylate et l'isobutylate sodique.

30. *Oxyde de méthyl-amyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CH^2.O.CH^3$

A la dissolution, faite à froid et à l'abri de l'humidité, contenant 6 gr. de sodium dans 150 gr. d'alcool amylique actif on ajoute la quantité calculée d'iodure de méthyle, soit 34 gr.; on soumet ce mélange à l'ébullition pendant cinq heures, c'est-à-dire tant qu'il se dépose de l'iodure de sodium. On filtre pour séparer le liquide et l'on chauffe de nouveau la liqueur filtrée pour s'assurer qu'il ne se dépose plus d'iodure de sodium.

Lorsque ce résultat est atteint, on fractionne le produit brut de la réaction au moyen d'un appareil Hempel-Monnet. Après quelques distillations, on recueille une forte portion, qui passe de 85° à 90°, mais qui contient encore de l'alcool amylique; (p. e. 128°); on élimine celui-ci en traitant le liquide par l'anhydride phosphorique Après 24 heures de contact, on décante, puis on soumet à un fractionnement.

Point d'ébullition 87°.5—88°.5 $H_0 = 731$

Densité : $d_{18} = 0,754$

Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.3849$ à 20°.2 $d_{20°.2} = 0.752$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
RM	32.38	31.24

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	135	134

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +0.29$ pour L = 1 dcm. à 18°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +0.39 \text{ à } 18°$$

31. *Oxyde d'éthyle-amyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CH^2.O.CH^2CH^3$

A la solution contenant 6 gr. de sodium dans 150 gr. d'alcool amylique actif on ajoute 38.5 gr. d'iodure d'éthyle et l'on opère comme précédemment jusqu'à ce qu'il ne se dépose plus d'iodure de sodium. La première distillation fractionnée doit être menée avec soin, car la séparation de l'alcool amylique et de l'éther oxyde n'est pas très aisée malgré une différence de 20 degrés dans les points d'ébullition. Avec des précautions, on recueille après plusieurs fractionnements deux portions voisines passant à 105°—110° et à 110°—115°.

On traite ensuite ces deux portions par le pentoxyde de phosphore dont l'action doit être prolongée au moins pendant 24 heures pour enlever les dernières traces d'alcool amylique; après 3 heures de contact, le liquide contenait encore assez d'alcool pour ne donner qu'une déviation de 0.02 à droite pour L = 0.5.

Point d'ébullition: 107°.5—109° $H_0 = 735.7$

Densité : $d_{18} = 0,759$

Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.3900$ à 19°.9 $d_{19°.9} = 0.757$

	Observé.	Calculé.
RM	36.31	35.84

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	153	156

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +0.23$ pour L = 0.5 dcm. à 18°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +0.61 \text{ à } 18°$$

32. *Oxyde de propyl-amyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CH^2.O.C^3H^7$

A 6 gr. de sodium dissous dans 150 gr. d'alcool on ajoute 43 gr. d'iodure de propyle. Le produit brut de la réaction ne peut être distillé directement après la séparation de l'iodure de sodium ; l'oxyde de propyle amyle passant à 127° et l'alcool amylique en excès (théoriquement 127 gr.) à 128°.

On parvient cependant à séparer les deux corps en opérant de la façon suivante. Au mélange d'alcool et d'oxyde on ajoute 178 gr. d'acide benzoïque (quantité théorique pour éthérifier 127 gr. d'alcool amylique). Après avoir ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique concentré on chauffe à l'ébullition ; lorsqu'on juge que l'éthérification est suffisante, on distille le mélange et recueille à part tout ce qui passe jusqu'à 150° (éther oxyde et traces d'alcool); la plus grande partie de l'alcool est enlevée à l'état de benzoate d'amyle volatil à 254°.

La partie recueillie jusqu'à 150° est traitée comme précédemment par le pentoxyde de phosphore, et distillée ; encore dans ce cas, le contact avec le pentoxyde doit être prolongé pendant 24 heures pour effectuer une séparation suffisante, c'est-à-dire telle qu'un nouveau traitement par l'anhydride phosphorique ne modifie pas l'activité de l'éther oxyde,

Point d'ébullition : 125°—127° $H_0 = 729$

Densité : $d_{18} = 0,783$

Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.3994$ à 20°.2 $d_{20°.2} = 0.781$

	Observé.	Calculé.
RM	40.29	40.44

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	166	178

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +0.35$ pour L = 0.5 dcm. à 18°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +0.90 \text{ à } 18°$$

33. *Oxyde normal de butyl-amyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CH^2.O.C^4H^9$

Préparation effectuée par l'action du bromure d'amyle (12 gr.) sur le butylate normal de sodium sec (12 gr.). La réaction est rapidement terminée et une heure après on peut fractionner le produit.

Point d'ébullition : 148°—152° $H_0 = 729.5$

Densité : $d_{22} = 0,798$

Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.4077$ à 20°6 $d_{20°.6} = 0.799$

	Observé.	Calculé.
RM	44.42	45.05

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	180.5	201

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +0.52$ pour L = 0.5 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +1.33 \text{ à } 22°$$

En raison de la détermination peu exacte du point d'ébullition, ainsi que des valeurs obtenues pour la densité et l'indice de réfraction comparées à celles qui caractérisent l'isomère isobutylique, nous pensons que ce composé contient encore un peu de bromure d'amyle.

34. *Oxyde d'isobutyl-amyle.*

Cet oxyde comme le précédent est préparé par l'action du bromure d'amyle sur l'isobutylate de sodium, dans la proportion de 31 gr. du premier pour 18 gr. du second. La purification s'effectue par simple fractionnement.

Point d'ébullition : 145°—147° $H_0 = 729.5$
Densité : $d_{22} = 0.773$.
Réfraction moléculaire :
$n_d = 1.4008$ à 20°.2 $d_{20.2} = 0.774$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
RM	45.21	45.05

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	186	201

Pouvoir rotatoire :
$\alpha_D = +0.74$ pour L = 1 dcm. à 22°
d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +0.96 \text{ à } 22°$$

35. *Oxyde de cétyl-amyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CH^2.O.C^{16}H^{33}$

Préparation effectuée par l'action de 5,6 gr. d'amylate de sodium en solution dans un excès d'alcool sur 18 gr. de iodure de cétyle (préparé avec un alcool cétylique fondant à 46°). Après une ébullition de quelques

heures, on fractionne et recueille la partie qui passe vers 350° sans décomposition.

Point de fusion à 14° Point d'ébullition vers 350°
Densité : $d_{22} = 0.805$.
Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.4422$ à 21°.2 $d_{21.2} = 0.805$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
RM	102.7	100.28

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	392	408

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +0.25$ pour L = 1 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +0.31 \text{ à } 22°$$

36. *Oxyde de benzyle-amyle* $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CH^2.O.CH^2.C^6H^5$

Préparation effectuée sur 11,3 gr. de chlorure de benzyle et 9,8 gr. d'amylate de sodium. La purification a été effectuée comme précédemment.

Point d'ébullition : 231°—232° $H_0 = 722.4$
Densité : $d_{22} = 0,911$
Réfraction moléculaire :

$n_d = 1.4854$ à 21°.2 $d_{21.2} = 0.911$ (calc.)

	Observé.	Calculé.
RM	56.01	55.57

Volume moléculaire :

	Observé.	Calculé.
$\frac{M}{d}$	195	194.7

Pouvoir rotatoire :

$\alpha_D = +0.83$ pour L = 0,5 dcm. à 22°

d'où l'on déduit :

$$[\alpha]_D = +1.82 \text{ à } 22°$$

Le tableau VII résume nos observations sur les éthers oxydes.

TABLEAU VII.

Éthers.	Rotat. spécifiques. $[\alpha]_D$	Prod. d'asymétrie. $P \times 10^6$
Oxyde de méthyl-amyle	0.39	218
» d'éthyl »	0.61	332
» de propyl »	0.90	**374**
» de N-butyl »	**1.33**	373
» d'iso-butyl »	0.96	373
» d'amyl[1] »	0.70	
» de cétyl »	0.31	104
» de benzyl »	1.82	307

Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université. Octobre 1895.

[1] Guye et Gautier, loc. cit.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Observations diverses relatives aux rayons Rœntgen

La belle découverte du professeur Rœntgen a suscité de toute part des recherches et des publications dont il serait difficile de rendre compte d'une façon complète ; nous en résumons ici quelques unes qui paraissent offrir un intérêt scientifique spécial : et nous y joignons un exposé succinct des expériences qui ont été faites à Genève sur ce sujet :

MM. Neuhauss, Erlwein, Rapo et Himly (*Halle, Photographische Rundschau*, 1896, t. 10 p. 43), dans le laboratoire de la maison Siemens et Halske, sont arrivés à reproduire les expériences de Rœntgen avec des tensions moins fortes et moins dangereuses pour les tubes. Le dispositif n'est pas indiqué.

Ils ont également remplacé les tubes par des lampes à incandescence, dont le fil est lié à l'un des pôles, tandis que l'autre pôle est en dehors de l'ampoule. Les rayons Rœntgen se produisent avec une fluorescence bleue assez fréquente, et un peu seulement avec la fluorescence verte.

MM. Eder et Valenta (*Photographische Correspondenz*, 1896 p. 86) ont fait à l'Institut photographique de Vienne des photographies de mains et de pieds pris sur le vivant, avec de longues poses de 1 à 2 h. (l'une des photographies remarquablement réussie a été reproduite dans l'*Illustrierte Zeitung*). La nature du gaz restant dans les tubes paraît sans influence ; les plaques au collodion sont toutes fort peu impressionnables aux rayons Rœntgen; les plaques au gélatino-bromure à développement alcalin sont les plus sensibles.

M. Perrin (*Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris*, séance du 22 janvier) a constaté que les différents corps présentent pour les rayons Rœntgen des transparences très différentes et sans relation avec celles qu'ils offrent pour les rayons lumineux. Il a vérifié que la propagation de ces rayons s'effectue rectilignement, et, comme M. Rœntgen il n'a pu observer aucun phénomène de réflexion, de réfraction, ni de diffraction.

MM. L. Benoist et D. Hurmuzesen (*Ibid.*, séance du 3 février) ont étudié l'effet produit par les rayons Rœntgen pour décharger un électromètre. Cette action se produit à travers une plaque d'aluminium de 1^{mm} d'épaisseur reliée au sol, l'argent en feuilles battues, la gélatine, l'ébonite, l'étain, etc. Le laiton, le verre, le zinc, la porcelaine dégourdie sous 3^{mm} d'épaisseur ne laissent rien passer.

M. Nodon et M. Chabaud, ont communiqué dans la même séance les résultats de leurs recherches sur la transmission des rayons Rœntgen au travers de diverses gélatines colorées et au travers d'une série d'alliages et de métaux.

M. Nodon n'a pu trouver dans l'arc voltaïque aucune radiation jouissant de la propriété de traverser les corps opaques. Une plaque sensible enveloppée de papier noir n'a accusé aucune impression après un quart d'heure d'exposition, à 40 cm. d'un arc voltaïque intense.

M. G. Moreau (*Ibid.*, séance du 3 février), a obtenu des images photographiques dans un châssis fermé, avec une demi-heure ou une heure de pose, en prenant comme source actinique l'aigrette d'une forte bobine d'induction; l'aigrette doit être parallèle à la plaque.

Parmi les auteurs anglais qui ont publié sur ce sujet, nous pouvons citer le prof. J. J. Thomson, de Cambridge, qui attribue aux rayons X l'action pour décharger les corps électrisés et montre que toutes les substances qui laissent passer ces rayons deviennent par leur passage des conducteurs de l'électricité (*Electrician*, 7 février). Le même numéro de ce journal contient un article intéressant de M. Lodge où sont discutées les explications possibles du phénomène et particulièrement l'existence de vibrations longitudinales de l'éther

comparables à celles du son dans l'air. Parmi les arguments cités, nous pouvons mentionner l'absence de toute trace de déviation magnétique, de réfraction ou de polarisation avec les rayons X, qui paraissent être sensibles plutôt à la densité du milieu qu'ils rencontrent qu'à toute autre propriété physique.

Les radiographies (photographies obtenues par les rayons nouveaux), semblent ne pas être produites directement par les rayons, mais probablement par une action secondaire; mais il semble que, là aussi, l'influence de la densité se manifeste; une couche épaisse d'émulsion sur la plaque sensible paraissant donner de meilleurs résultats qu'une couche mince. L'auteur rapproche cette action de la densité du fait que c'est précisément par des ondes longitudinales ou du moins par une tension dans l'éther et une compressibilité de ce milieu, que l'on peut chercher, comme Newton l'avait déjà fait, une explication de la gravitation. Cette théorie des rayons X n'est pas la seule; lorsque les atomes sont isolément chargés et déchargés, les oscillations électriques qui se produisent sont trop rapides pour donner de la lumière, mais elles n'en doivent pas moins exister et produire des ondes à vibrations transversales qui ne seraient autres que les rayons X. Enfin l'hypothèse d'un bombardement moléculaire analogue à celui que Crookes avait supposé dans sa matière radiante ne semble pas devoir être rejetée sans examen. M. Lodge indique du reste plusieurs expériences qui, si elles peuvent être réalisées, permettront de juger plus facilement entre ces diverses théories.

A Genève aussi les expériences de M. Rœntgen ont été répétées par MM. Le Royer, Sarasin, Rilliet, Van Berchem, Soret, Batault et D. Monnier. Quelques premiers résultats, complétés depuis lors, et d'ailleurs tout à fait conformes à ceux qui ont été obtenus ailleurs, ont été communiqués par M. Soret à la Société des Arts (*Journal de Genève* du 5 janvier) et à la Société de physique dans sa séance du 6 janvier. Vu la difficulté de se procurer des tubes de Crookes demandés de toutes parts, on a toujours opéré avec le dispositif Tesla qui les détériore beaucoup moins que l'étincelle directe de la bobine de Ruhm-

korff. On a obtenu des effets très marqués avec des lampes à incandescence dont le fil était lié à l'un des pôles de la bobine Tesla, tandis que l'autre pôle était simplement placé à quelques centimètres de l'ampoule. Il est préférable que ce dernier pôle soit constitué par une pointe, ou par le bout simplement coupé du fil. Une boule ou une plaque donne des effets Rœntgen notablement moins forts variant du reste beaucoup d'une lampe à l'autre, et suivant la disposition des pôles. On a également obtenu une très vive phosphorescence du platinocyanure, et une photographie assez réussie de la main de l'un des expérimentateurs, en prenant comme source des rayons un radiomètre reposant sur un anneau de métal lié au pôle positif, tandis que le pôle négatif aboutissait à un fragment de toile métallique suspendu à 2 centimètres au-dessus du sommet de l'ampoule ; lorsque la tension est suffisante pour faire jaillir des étincelles qui courent sur le verre entre l'anneau et la toile métallique l'ampoule du radiomètre se remplit de rayons cathodiques et produit des effets Rœntgen intenses à plusieurs décimètres de distance. Les effets produits par une machine de Tœpler dans un tube de Crookes ont été très peu marqués.

L'action des rayons Rœntgen sur l'électromètre, et la transparence très inégale du fer et de l'aluminium, ont été facilement et nettement constatées à une assez grande distance de la source actinique.

Les essais pour obtenir quelques effets Rœntgen avec un arc voltaïque ont complétement échoué, comme ceux de M. Nodon cités plus haut. Une plaque exposée pendant une heure et demie dans un châssis fermé à 40 centimètres d'un arc voltaïque intense n'a accusé aucune trace d'action photographique. Après une demi-heure de développement elle s'est couverte d'un voile chimique parfaitement uniforme ne montrant aucune indication d'une petite croix de plomb qui avait été placée sur le châssis pendant la durée de l'exposition.

C. S. et A. R.

G. le Bon. La lumière noire (*Comptes rendus, de l'Académie des Sciences de Paris*, séances du 27 janvier et du 5 février 1896.) — G.-H. Niewenglowski. Observation a propos de la note récente de M. le Bon. (*Ibid.* 5 février).

M. Le Bon place dans un châssis photographique positif ordinaire une plaque sensible; au-dessus d'elle, un cliché photographique quelconque, puis au-dessus du cliché et en contact intime avec lui, une plaque de fer couvrant entièrement la face antérieure du châssis. La plaque ainsi masquée est exposée à la lumière d'une lampe à pétrole pendant trois heures environ; un développement énergique et très prolongé, poussé jusqu'à entier noircissement, donne une image du cliché très pâle, mais très nette par transparence.

L'effet est plus marqué si, sans rien changer au dispositif précédent, on place derrière la glace sensible une lame de plomb dont on rabat les bords de façon qu'ils couvrent légèrement les côtés de la plaque de fer.

M. Niewenslowski a répété l'expérience de M. Le Bon avec le même résultat en supprimant toute source de lumière extérieure. Il suppose que l'image développée sur la plaque sensible provient d'énergie lumineuse emmagasinée par le cliché.

M. Le Bon, dans sa dernière note, oppose à cette interprétation diverses expériences extrêmement curieuses.

C. S.

ZOOLOGIE

Paolo Lioy. Ditteri italiani. (*Manuali Hœpli.* Milano 1895. Avec 227 figures dans le texte).

Ce petit manuel donne un très grand nombre de détails intéressants et instructifs sur les Diptères. A côté d'anecdotes amusantes sur le genre de vie de ces Insectes, l'auteur a traité d'une manière scientifique leur morphologie, leur

classification et surtout l'influence qu'ils peuvent avoir sur l'homme et les plantes cultivées.

Cet ouvrage, accompagné d'illustrations soigneusement dessinées, peut être recommandé non seulement aux amateurs, mais encore à tous ceux qui s'occupent d'entomologie.

Leopoldo Maggi. Tecnica protistologica. (*Manuali Hœpli.* Milano 1895).

Cet ouvrage est divisé en dix chapitres qui traitent les sujets suivants : I. Récolte des Protistes en général. II. Récolte spéciale des Protistes. III. Conservation des Protistes vivants, leur culture. IV. Développement des Protistes dans les infusions artificielles. V. Examen microscopique des Protistes, sans réactifs. VI. Les différents réactifs et leur action sur les Protistes. VII. Examen microscopique des Protistes avec les réactifs. VIII. Méthode pour faire des préparations permanentes de divers Protistes. IX. Application de la méthode des coupes aux Protistes. X. Récolte des Protistes fossiles.

D'après ces indications sommaires, on voit que ce manuel est appelé à rendre des services à tous ceux qui s'intéressent à l'étude des êtres unicellulaires, que ces derniers appartiennent au règne végétal, ou au règne animal. L'auteur a groupé dans son ouvrage, sous une forme claire et concise les méthodes servant à la récolte, à la culture, à la fixation, à la coloration et à la conservation des Protistes. Les méthodes sont nombreuses, disséminées dans une foule de journaux spéciaux et nous estimons que M. Maggi a fait œuvre utile en les réunissant en un volume à la portée de tout le monde.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 6 novembre 1895.

F.-A. Forel. La catastrophe de l'Altels et la prévision des catastrophes glaciaires. — H. Dufour. La recoloration des Alpes après le coucher du soleil.

M. F.-A. Forel décrit les *éboulements du glacier de l'Altels* dans la haute vallée de la Kander survenus le 17 (18) août 1872 et le 11 septembre 1895.

Il cherche quelles sont les lois générales des catastrophes glaciaires et, sur la base d'une histoire résumée de ces événements, il leur trouve les caractères généraux suivants:

Caractère de répétition dans la même localité, dans les mêmes conditions, et avec les mêmes allures.

Caractère d'individualité dans chaque localité.

On doit donc s'attendre au retour d'un accident glaciaire, mais l'étude de ses précédents doit dicter les précautions à prendre contre la répétition probable du phénomène.

Les accidents glaciaires sont dus:

Ou bien à des causes glaciaires. A savoir: Eboulements de glaciers simples ou mélangés à des eaux accumulées.

Déviation des eaux d'écoulement.

Ou bien à des causes météorologiques: saison trop pluvieuse, saison trop chaude.

D'après l'étude des faits locaux de l'accident, et d'après la

météorologie de 1782 et de 1895, M. Forel conclut que la catastrophe du vallon du Schwarzbach est due à l'éboulement de l'extrémité frontale du glacier de l'Altels et a été causée par la température extraordinairement élevée des mois précédents. (Voir *Archives* XXXIV, 513. Genève 1895.)

M. Henri Dufour donne le résumé des observations qu'il a faites sur le phénomène de la *recoloration des Alpes après le coucher du soleil.* Il expose les théories qui ont cours actuellement pour expliquer ce phénomène; celle de M. Amsler et les objections faites par M. Maurer qui estime que le phénomène s'explique par la coloration du ciel au couchant comme l'ont indiqué la plupart des observateurs. — D'après M. Dufour cette explication complétée en quelques points suffit pour rendre compte des phénomènes que présentent la plupart des secondes colorations (voir *Bulletin*).

Séance du 20 novembre.

Douxami. Etude sur le bassin mollassique de Ste-Croix. — Dr Kunz-Krause. Formation d'acide prussique par l'action à froid de l'acide nitreux sur les acides organiques non saturés. — Jules Amann. Recherches sur le bacille de la diphtérie — Henri Mœhlenbruck. Réducteur de potentiel. — S. Bieler. La fausse côte. — Paul Jaccard. Considérations critiques sur les bases du Darwinisme.

M. Douxami, de Lyon, élève de M. le prof. Depéret, a séjourné à Lausanne pour étudier les fossiles miocènes de notre région conservés au Musée de Lausanne, en vue d'une monographie spéciale qu'il prépare, sur les terrains miocènes compris entre le Lyonnais et la Suisse centrale. Il a profité de son séjour dans notre ville (août 1895) pour faire quelques excursions sur le terrain, et en particulier pour étudier le *petit bassin mollassique de La Chaux près Auberson*, sous la conduite bienveillante de M. Th. Rittener.

M. Douxami présente les résultats de son étude, accompagnés d'un profil transversal NW-SE du petit bassin, à l'échelle du 1 : 12.500. Ce travail sera publié dans le Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. M. Douxami distingue

de haut en bas, abstraction faite des accumulations superficielles:

1. Sables gris à dents de squales, qui occupent le centre du bassin.

2. Grès à Bryozoaires, formant cuvette, fort épais, et visibles des deux côtés.

Ces deux premiers termes appartiendraient à l'étage helvétien marin.

3. Poudingue et grès grossier à *Pecten præscabriusculus* Font., qui représente le Burdigalien supérieur marin (Muschelsandstein).

4. Calcaires et marnes d'eau douce à *Malania Escheri*, visibles seulement sur le bord SE. du bassin, sous les ruines de Francastel, et le long de la route de La Chaux à Noirvaux, qui appartiennent au Burdigalien inférieur (Langhien des géologues suisses).

5. Marnes rouges bariolées, qui apparaissent au-dessous des calcaires d'eau douce, sous la fontaine des Arraudes, et se poursuivent au NE. le long du vallon de Noirvaux. On y a trouvé des *Helix* aquitaniennes, ce qui en détermine l'âge.

6. Gault argileux retrouvé sur les deux bords du petit bassin, formant de chaque côté le thalweg du petit vallon.

7. Enfin au delà, les calcaires urgoniens, fortement relevés de droite et de gauche.

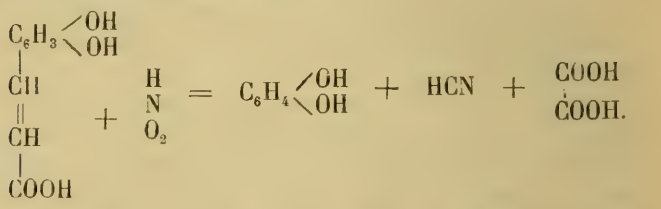
En outre M. Douxami signale, disséminés à la surface du sol de toute cette région, des galets arrondis de quartzites alpins, à patine rougeâtre, identiques à des cailloux du pliocène supérieur des environs de Lyon, et dont il attribue le transport à un ancien glacier alpin, d'âge pliocène.

M. H. Kunz-Krause communique la suite de ses recherches *sur la formation d'acide prussique par l'action à froid de l'acide nitreux sur les acides organiques non saturés*[1]. L'au-

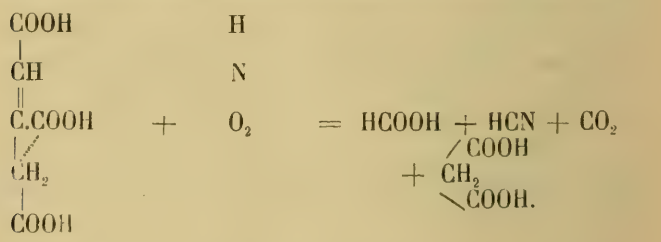
[1] Ce mode de formation ne doit pas être confondu avec celui fréquemment observé, où cet acide se forme par l'action *à chaud* de l'acide azotique sur les composés organiques.

teur a démontré par des recherches antérieures [1], que les acides resp. oxyacides aromatiques de la série de l'acide cinnamique se décomposent *déjà à froid* avec formation d'acide prussique, lorsqu'on ajoute à leur dissolution aqueuse de l'acide nitreux (sous la forme de l'acide nitrosylsulfurique ou du réactif de Liebermann).

L'acide dioxycinnamique par exemple subit le dédoublement selon l'équation suivante :



Or, une réaction analogue se passe, lorsqu'on remplace l'acide aromatique par un acide non saturé de la série aliphatique. L'*acide aconitique* par exemple se dédouble avec formation d'acides formique, prussique, carbonique et malonique : décomposition, qui répond exactement à l'équation :



Dans ce dernier cas la décomposition a lieu en deux phases bien distinctes : Tant que le liquide renferme encore de l'acide nitreux on observe une phase d'absorption, qui ensuite est suivie d'un dégagement d'acide carbonique. En même temps on peut constater la présence d'acide prussique dans le liquide. Une partie de l'acide nitreux s'échappe cependant à la réduction complète, ce qui fait qu'outre l'acide carboni-

[1] *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 30*, 115 p. 140 etc.

que il se dégage toujours une certaine quantité de bioxyde d'azote (NO).

La formation d'acide prussique a pu également être constatée avec les acides cinnamique, pipérique et maléique.

Cette réaction présente certaines difficultés, lorsque l'acide est difficilement soluble ou insoluble dans l'eau, comme c'est le cas pour l'acide fumarique.

L'auteur fait ressortir que tous les acides examinés jusqu'ici renferment un ou plusieurs groupes : $\begin{matrix} CH \\ \| \\ CH \end{matrix}$ resp. $\begin{matrix} CH \\ \| \\ C \\ \wedge \end{matrix}$ mais non le groupe $\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ C \\ \wedge \end{matrix}$. Il est par conséquent probable que *tous les acides (et composés organiques en général) non saturés, qui renferment au moins un groupe*: $\begin{matrix} CH, \\ \| \\ C \\ \wedge \end{matrix}$ *se décomposent déjà à froid avec formation d'acide prussique, lorsque l'on introduit dans leur dissolution aqueuse de l'acide nitreux* (sous la forme d'acide nitrosylsulfurique ou du réactif de Liebermann).

Cette réaction pourra éventuellement présenter un certain intérêt dans le cas où il s'agit de la constitution resp. configuration de composés isomériques, par exemple des acides fumarique et maléique. L'auteur donne ces considérations, tant qu'elles sont encore hypothétiques, avec toute réserve et se propose de compléter ces recherches dans les directions indiquées.

M. Jules Amann, pharmacien, fait une communication *sur le bacille de la diphtérie.* Il importe que la constatation du bacille dans les fausses membranes provenant de cas douteux se fasse aussi rapidement que possible. Cette constatation ne pouvant se faire, dans la règle, que par la culture, il est nécessaire de trouver un milieu de culture dans lequel le développement du bacille se fasse dans les meilleures conditions et le plus rapidement possible. On a proposé et utilisé dans

ce but le serum de sang préparé d'aprés la formule de Loeffler, l'agar et le blanc d'œuf. Les deux premiers exigent une préparation assez longue et compliquée, tandis que le blanc d'œuf cuit dur présente l'avantage qu'on l'a toujours sous la main.

La croissance des colonies du bacille de Loeffler se fait très bien avec le blanc d'œuf, mais elle est assez lente : il faut attendre en général 16 à 24 h. pour obtenir des colonies caractéristiques. M. Amann a obtenu de meilleurs résultats en ajoutant au blanc d'œuf liquide 0,5 % NaCl, 1 % peptone de viande, 1 % sucre de raisin et 10 % d'eau distillée. Le mélange est versé en couche mince dans une capsule de Petri et stérilisé à la vapeur. Ce milieu semble être très favorable au développement du bacille car, dans la règle, il ne faut pas plus de 8 à 12 heures pour obtenir de belles cultures en thermostat, ce qui permet de fixer le diagnostic dans un temps relativement court.

M. Henri Moehlenbrück, électricien, parle d'un *Réducteur de potentiel* qu'il vient de construire.

Le but poursuivi dans la création de cet appareil, nouveau dans la forme et le genre, si ce n'est dans le principe, était de faire varier à volonté dans des limites assez grandes l'intensité du courant électrique. La condition essentielle à obtenir, était la parfaite régularité des variations.

L'appareil présenté répond complètement à cette condition.

Ses parties principales sont :

Deux bobines de résistance en ferro-nickel de 180 ohms chacune, sur lesquelles glisse à frottement dur un curseur dont le chemin maximum est de 150 mm.

Le courant dérivé de l'une des résistances traverse la seconde par l'intermédiaire du curseur, lequel permet de varier la résistance du circuit à volonté, et par suite aussi l'intensité du courant qui la traverse.

L'appareil permet de faire passer l'intensité du courant par toutes les valeurs comprise entre 1 ampère et $\frac{1}{32400}$ ampère. Il est spécialement destiné à rendre des services dans l'électrothérapie, dans les expériences électro-physiologiques,

et dans tous les cas où un courant électrique doit varier dans des limites données d'une façon uniforme et continue.

M. S. Bieler, donne quelques renseignements sur un curieux phénomène qui se remarque chez les animaux de l'espèce bovine appartenant à des races améliorées. Il s'agit de la présence de côtes supplémentaires complètes ou incomplètes, désignées sous les noms assez incorrects de *fausses-côtes*, ou de *Stumprippen* dans la Suisse allemande.

Cette dernière désignation, qui semble s'appliquer à des organes avortés, a donné lieu dans la Suisse orientale à des mesures administratives qui tendraient à faire exclure des concours les animaux porteurs de ces fausses côtes.

Mais les éleveurs protestent, car ils constatent que la présence de la fausse côte coïncide avec des conditions de conformation et de qualité très avantageuses chez les animaux qui sont porteurs de cette anomalie. Un recensement des porteurs de fausses côtes parmi les animaux présentés aux concours dans le canton de Zurich a fait constater qu'elles existent, non pas sur quelques bêtes isolées, mais sur un nombre assez considérable d'animaux de choix, sur 1461 sujets du concours il y en a eu 65, soit presque le 4 $^1/_2$ $^0/_0$, sur lesquels on pouvait l'observer.

M. Bieler estime que le nombre des côtes, ordinairement de 13 paires sur l'espèce bovine à l'état domestique, pourrait être modifié suivant les conditions actuelles d'élevage qui tendent à amplifier le tronc. Par le fait d'une nourriture intensive ayant son influence pendant toutes les périodes de la vie, depuis l'embryon jusqu'à la vie adulte, et cela pendant plusieurs générations successives, il peut y avoir multiplication des unités d'organes en série comme les côtes et les vertèbres dorsales, et nous assisterions à un phénomène de *surgression* par la formation d'une 14e paire de côtes.

A l'inverse de ce phénomène M. Bieler cite un exemple de *régression*, soit de diminution du nombre des côtes chez des animaux qui par leur genre de vie ne sont pas appelés à donner à leur thorax et à leur abdomen une gymnastique fonctionnelle normale comme cela s'observe chez les chiens

de très petites races. Sur le squelette d'un chien havanais qui se trouve dans la collection de l'école vétérinaire de Lyon, M. Bieler a compté seulement 10 paires de côtes, au lieu de 13, et 9 vertèbres lombaires, au lieu de 7.

Le Département fédéral de l'agriculture a envoyé une circulaire à tous les inspecteurs d'abattoirs, afin d'avoir des renseignements sur les cas de fausse côte qui peuvent se présenter pendant une année et de savoir spécialement si la fausse côte appartient à une 14e paire en formation, ou à une 13e paire en *régression*.

M. le Dr Paul Jaccard dépose sur le bureau un mémoire intitulé : *Considérations critiques sur les bases du Darwinisme appliquées au règne végétal.*

Dans ce travail préparé comme leçon inaugurale d'un cours de Paléontologie végétale, l'auteur discute le degré de crédit qu'il faut accorder aux explications darwiniennes dans divers cas qu'il analyse.

Il conclut en cherchant à démontrer l'insuffisance des facteurs auxquels Darwin attribue le déterminisme de l'évolution, lorsqu'il s'agit d'expliquer d'une manière satisfaisante les divers cas qu'il passe en revue.

Séance du 4 décembre.

Ch. Dufour. Sur la scintillation des étoiles. — Bührer. Le climat du canton de Vaud (1re partie). — F.-A. Forel. Moyens de prévenir un nouvel éboulement de l'Altels. — L. Gauthier. Le tremblement de terre du 1er novembre.

M. Ch. Dufour, professeur à Morges, rappelle qu'il avait communiqué à plusieurs ministres de la marine le mémoire qu'il a publié *sur la scintillation des étoiles* dans le volume inaugural de l'Université de Lausanne. La plupart de ces ministres lui ont répondu qu'ils communiqueraient à leur tour ce travail à leurs officiers avec l'invitation d'observer ce phénomène sur mer. Le ministre de la marine française lui a même demandé de préparer sur ce sujet des instructions pratiques pour ses officiers. M. Dufour a rédigé ces

instructions, qui ont été insérées dans les annales hydrographiques de la marine française.

Or, dernièrement, ce ministre a transmis à M. Dufour les observations recueillies dans l'Océan pacifique et dans l'Océan indien par les officiers du navire *la Durance*, commandé par le capitaine Philibert. Ce capitaine a très bien compris les instructions données, il a rédigé pour ses officiers un ordre de service qui peut être considéré comme un modèle. Les officiers de quart devaient observer à 7 heures du soir, 9 h., 11 h., 1 h. du matin, 3 h. et 5 h. et consigner leurs observations dans le livre de bord. On devait suivre, du reste, la marche indiquée par M. Dufour; c'est-à-dire apprécier par 0 une scintillation nulle, et par 10 une scintillation très forte quand l'étoile paraît sautiller et changer de couleur.

Ces observations ont duré 9 mois, de décembre 1894 à septembre 1895, pendant que le navire faisait plusieurs courses dans l'Océan pacifique. puis se dirigeait vers l'Europe en passant au nord de l'Australie. Ainsi, les observations ont été faites dans l'Océan pacifique et dans l'Océan indien jusqu'à l'entrée de la Mer rouge, d'où elles ont été expédiées à Paris.

Le Ministre de la marine a envoyé à M. Dufour la copie du livre de bord de *la Durance*, et les pièces relatives à cette recherche, en lui demandant son opinion à cet égard; et s'il trouvait qu'il y avait lieu, comme il le pensait, de les insérer dans les Annales hydrographiques.

M. Dufour a répondu qu'il trouvait les instructions du capitaine Philibert faites avec beaucoup d'intelligence ainsi que les observations et que l'on pouvait les donner comme modèle des observations à faire sur mer.

Mais pour ce qui le concerne, M. Dufour a relevé dans ce dossier deux choses qu'il trouve spécialement importantes. D'abord, que les officiers de *la Durance* sont arrivés avec la plus grande facilité à bien observer à l'œil nu, comme il l'avait fait à Morges, ce que quelques personnes considéraient comme très difficile.

Puis au point de vue météorologique, soit dans l'Océan

pacifique, soit dans l'Océan indien, ils ont trouvé comme M. Dufour, qu'une scintillation faible était, en général, le présage du mauvais temps ; même dans les régions du globe où le mauvais temps est fort rare. C'est une confirmation importante des résultats auxquels M. Dufour était arrivé à Morges, et cela dans d'autres pays et dans des conditions météorologiques tout à fait différentes.

M. C. Bührer expose le résultat de ses études sur *le climat du canton de Vaud.*

Il y a peu de pays présentant sur un espace relativement aussi restreint que le canton de Vaud une aussi grande variété de climats. Nous pouvons les diviser en trois groupes naturels : du Jura, du Plateau et des Alpes.

I. Le Jura possède à altitude égale le climat le plus froid de toute la Suisse. Au rayonnement intense de ses plateaux et vallées vient s'ajouter le désavantage de la configuration du pays, où rien ne s'oppose aux vents du Nord-Est qui alternent avec ceux du Sud-Ouest. Les quelques rares vallées à direction transversale, E. à W., comme Ste-Croix, ont un climat moins froid.

La pression de l'air est (moyenne de 11 années d'observations) de 669.1 mm. à Ste-Croix à 1092 m. ; le minimum a lieu en mars, le maximum en juillet. Les extrêmes ont oscillé entre 645,2 mm. survenu le 20 janvier 1873 et 682,3 mm. observé le 10 février 1868.

La température moyenne est de 6,4° à Ste-Croix ; Le Sentier, situé presqu'à la même altitude, 1024 m., mais dans une vallée orientée du NE au SW, a un degré de moins, 5,4°. A Dizy, au pied du Jura, à 588 m., elle est de 8,8°. Les températures ont été de :

Au Marchairuz (1453 m.)	— 21,0°	11 févr. 1864	et + 27,0°	le 20 juill. 1865
A Ste-Croix	— 19,0°	23 déc. 1870 / 23 nov. 1871	et + 28,6°	le 11 juill. 1870
Au Sentier	— 25,4°	25 févr. 1865	et + 28,0°	17, 19 juill. 1865
A Dizy	— 14,0°	4 janv. 1864	et + 31,3°	le 17 juill. 1865

Les dates moyennes des premières et dernières gelées de l'hiver sont pour ces mêmes localités :

Au Marchairuz	le 21 mai et le 23 septembre.
A Ste-Croix	le 18 avril et le 16 octobre.
Au Sentier	le 2 mai et le 1 novembre.
A Dizy	le 29 mars et le 17 novembre.

(De Dizy, du Marchairuz et du Sentier nous ne possédons que 3 années d'observations.)

Des périodes de 30 jours consécutifs avec température moyenne en dessous de 0° ne sont pas rares dans le Jura.

La végétation confirme pleinement les indications thermométriques des appareils, tandis que Ste-Croix possède encore quelques arbres fruitiers, portant des fruits mûrs dans les années exceptionnelles, la vallée de Joux n'en abrite pour ainsi dire plus.

L'humidité relative est à Ste-Croix de 78,5 %, elle est plus forte en hiver qu'en été, à l'inverse de ce que nous voyons à pareille hauteur dans les Alpes. La nébulosité est de 6,0 en moyenne. Le maximum se voit dans les trois mois de l'hiver, tandis que septembre est de beaucoup le mois le plus beau. Sur 40 jours de brouillard l'hiver en a 15,3, l'automne 40,2, le printemps 8,5 et l'été 2,0.

Les pluies du Jura sont beaucoup plus abondantes que sur le Plateau, par le fait que cette chaîne de montagnes constitue le premier obstacle à leur entrée en Suisse pour les vents de W et SW, chargés d'humidité. Il tombe, année moyenne, 318 mm. de plus d'eau à Ste-Croix qu'à Lausanne. La plus grande quantité est déversée sur la crête du Jura, un peu moins dans les hautes vallées et encore moins au pied oriental :

Crête du Jura	Les Mines du Risoux	reç. ann.	2033 mm.	d'eau en	167 jours	
Vallée de Joux	Chalet Capt	»	2199	»	187	»
	Le Pont	»	2125	»	164	»
	Le Sentier	»	1424	»	163	»
	Le Carroz	»	1833	»	161	»
	Ste-Croix	»	1343	»	155	»
Pied du Jura	Valeyres s/Rances	»	849	»	130	»
	Dizy	»	1057	»	128	»

Nulle part ailleurs dans le canton de Vaud on n'a mesuré

des quantités d'eau pareilles à celles que fournissent certaines stations jurassiennes, quantités dépassant quelquefois 100 mm. en 24 heures :

Au Marchairuz	101 mm.	le 25 mai	1864
A Ste-Croix	105 mm.	le 23 oct.	1865
	102 mm.	le 13 août	1866
Au Sentier	101 mm.	le 30 juin	1865
	106 mm.	le 15 oct.	1865
A Dizy	116 mm.	le 10 juin	1864

Il n'est pas rare de voir tomber la pluie journellement pendant 10 et 15 jours de suite.

A l'exception du mois de juillet la neige se voit toute l'année. A Ste-Croix, où il y a annuellement 44 jours de neige, on en compte 0,7 au mois de juin. Le 4 juin 1871 on y a mesuré une couche de 10 cm. Voici les dates moyennes de la première et de la dernière chute de neige :

Au Marchairuz	16 septembre	28 mai
A Ste-Croix	20 octobre	14 mai
Au Sentier	11 novembre	16 avril
A Dizy	16 novembre	4 avril

Les orages paraissent être plus nombreux dans le Jura que sur le Plateau ; à Ste-Croix on en a compté 124 en 11 ans, dont 38 en juillet ; 20 fois, soit une fois sur six, les orages ont été accompagnés de grêle.

Dans les vallées longitudinales du Jura on ne connaît que deux vents, la bise, du NE, et le *vent*, du SW. Dans la vallée de Joux, la bise donne un peu plus souvent que le *vent*. Dans les vallées transversales, comme à Ste-Croix, le régime est un peu différent. Sur 3 observations journalières on y a noté en moyenne 40 fois le calme, 15 fois NE, 13 fois NW, 11 fois SW, 8 fois SE, 5 fois W, 3 fois N et 1 fois E.

Deux fois, dans ces derniers 30 ans, le Jura vaudois a été visité par des cyclones, le 10 août 1866 et le 19 août 1890.

M. F.-A. Forel étudie, au point de vue théorique, les *procédés de correction du glacier de l'Altels* qui empêcheraient la reproduction des accidents du 17 août 1782 et du 11 sep-

tembre 1895 Deux méthodes générales peuvent être proposées :

1° Ou bien laisser le glacier se reproduire et reprendre les dimensions normales, mais empêcher son glissement si de grandes chaleurs en diminuaient la cohésion. Dans cette méthode on peut indiquer divers procédés, entre autres :

a) Planter dans la roche faisant lit du glacier un grand nombre de fiches métalliques assez solides pour résister à la poussée du glacier. On obtiendrait ainsi une herse sur laquelle le glacier ne saurait glisser. Le procédé, s'il était réalisable, aurait l'inconvénient de ne pouvoir être surveillé, les fiches étant cachées par le corps du glacier.

b) Découper dans le lit du glacier une série d'escaliers ou de fossés transversaux sur lesquels le glacier se moulant inégaliserait sa base et ne pourrait glisser. L'absence complète de toute moraine profonde sous le glacier de l'Altels qui est un manteau de glace, sans aucun rocher surgissant nulle part, permettrait d'essayer ici de ce procédé. Mais il y aurait à craindre que les escaliers, encombrés par la neige, ne se remplissent de glace qui comblerait les inégalités artificielles et rétablirait le plan incliné du lit rocheux actuel.

2me méthode. Ou bien empêcher la crue du glacier et le maintenir dans les limites actuelles.

a) En découpant artificiellement chaque année une tranche au front du glacier par l'explosion de mines de poudre ou dynamite. Ce procédé parfaitement applicable mais peut-être assez onéreux aurait l'inconvénient de nécessiter une surveillance continuée d'année en année jusque dans une époque où les souvenirs de la catastrophe récente seraient peut-être effacés de la mémoire de nos descendants.

b) En creusant devant le front du glacier une tranchée transversale à talus amont vertical, à talus aval incliné contre la vallée. Le glacier arrivant au haut de l'escalier se disloquerait et s'écoulerait en tranches qui tombant sur le talus incliné s'ébouleraient en petites avalanches partielles parfaitement innocentes. Si une seule tranchée ne suffisait pas on en creuserait une seconde plus bas qui assurerait la dislocation du glacier.

Ce dernier procédé semble, jusqu'à meilleur avis, le plus rationnel.

M. Gauthier parle du *tremblement de terre du 1er novembre*. Entre 1 h. 28 m. et 1 h. 40 m., d'après la majorité des observations à 1 h. 30 m. (H. E. C.) du matin une secousse de tremblement de terre a été ressentie de Rolle à Versoix sur la rive du lac; de Vinzel à Crassier par Bursinel, Gland, Vich, Eysins; à Begnins, Trélex et Gingins au pied du Jura. L'aire ébranlée est de 28 à 30 km. de longueur sur 6 à 7 km. de largeur maximale; elle semble être circonscrite entre le lac et le Jura. Le seismoscope de M. F.-A. Forel à Morges n'a pas bougé; les limnographes de M. l'ingénieur Delebecque à Thonon et celui de M. Plantamour à Sécheron près Genève n'ont accusé aucun mouvement du lac. L'aire sismique ne s'éloigne donc guère de la rive.

Population réveillée par un choc de bas en haut accompagné d'un bruit souterrain assez fort, craquement des meubles, balancement des tableaux, heurt des portes, tintements de sonnettes, bruit de vagues, cris d'animaux, etc. Secousse unique de 2 à 4 secondes qui a rappelé à quelques personnes la commotion produite à Morges lors de la première détonation de l'explosion de l'arsenal de cette ville en 1871.

La secousse a été latérale à Rolle, ondulatoire et faible à Coppet, alors qu'à Nyon et dans les localités des environs on s'accorde généralement à dire avoir ressenti un choc de bas en haut ou bien un soulèvement suivi d'un affaissement.

Direction à Rolle et Coppet NW-SE. Toutefois, les observateurs de Nyon ne sont pas catégoriques à cet égard vu l'absence de direction perceptible. Intensité à Nyon la plus forte (6 de l'échelle Forel et Rossi); plus faible à Mimorey, Gland et Begnins (4 à 5 dite échelle); plus faible encore à Vinzel, à Rolle, à Coppet (3 à 4). D'après quelques observateurs, le bruit a accompagné la secousse. d'après d'autres, il l'a suivie. Un observateur, qui était dans la rue, a ressenti avant la secousse un rapide coup d'air chaud; il a eu l'impression de faire un quart de tour sur lui-même; en même

temps, il vit osciller la maison voisine. Le lac a été agité; des vagues ont déferlé sur la grève 5 minutes environ après la secousse et pendant 5 minutes comme après le passage d'un bateau à vapeur venant de Genève; le lac était parfaitement calme au large. Près de Vinzel, des ouvriers ont vu tomber un bolide du côté de l'Est; il a fait explosion en projetant des étincelles rouges comme le bolide lui-même et sa traînée lumineuse.

Le tremblement de terre de Nyon du 1er novembre présente beaucoup d'analogie avec celui du 28 juin 1880 ressenti de Genève à Nyon. Dans les deux cas, le tremblement de terre de Nyon a coïncidé, à quelques heures de distance, avec une secousse ressentie dans la province de Catane en 1880, à Rome en 1895.

Séance du 18 décembre.

F.-A. Forel. Transparence du Blauseeli. — Bührer. Le climat du canton de Vaud.

M. F.-A. Forel a étudié le 14 septembre le *lac bleu, Blauseeli, de Kandersteg.* Altitude 880 m., longueur 120 m., largeur 80 m., profondeur maximale 9,1 m. L'eau en est très transparente; une feuille de papier blanc, placée sous l'eau, peut être aperçue, sur un miroir oblique immergé, jusqu'à la distance horizontale de 34 m. Cette transparence n'est cependant pas si grande que celle de la *gouille perse* de Lucel, lac bleu du vallon d'Arolla (2070 m. d'altitude, longueur 60 m., profondeur maximale 4 m. (?); dans ce lac la feuille blanche apparaissait encore parfaitement nette d'une extrémité à l'autre du lac, 60 mètres; si le lac eut été plus grand nous l'eussions aperçue jusqu'à 80 m., peut-être 100 m.

Dans le *Blauseeli* les corps blancs plongés sous l'eau montraient les franges coloriées du spectre de dispersion; le bleu était notablement plus intense et plus large que le rouge, lequel n'apparaissait que comme une frange jaunâtre à peine visible, ce qui s'explique par l'absorption de l'extrémité rouge du spectre par l'eau.

C. Bührer. *Le climat du canton de Vaud* (2me partie).

II. Le Plateau. — Les stations météorologiques suisses de cette région, dont les observations nous ont permis de suivre cette étude, sont Morges et Lausanne. Cette dernière station a été installée jusqu'en 1887 à l'Asile des aveugles, dès lors au Champ-de-l'air. Nous avons en outre résumé les observations pluviométriques faites à Moudon, Avenches, Echallens et Estavayer, ainsi que les observations d'orages de Nyon, Combremont, Forel, Moudon, Payerne, Avenches, Cully et Pully. M. Adolphe Butticaz à Treytorrens nous a fourni quelques années d'observations régulières faites par lui. La pression de l'air est : à Morges de 728,8 mm., maximum 747,5 mm. atteint le 27 janvier 1854 et minimum 702,6 mm. observé le 10 février 1853, différence 45 mm.; à Lausanne 716,5 mm., maximum 738,8 mm. le 16 janvier 1882, minimum 690,8 mm. le 17 février 1892, écart 48 mm.

La température de l'air est à Morges de 9,2° pour la période d'observations de 1850 à 1855 et de 9,7° de 1864 à 1866. Lausanne a une température moyenne de 9,0° d'après les 20 années de 1874 à 1893 et Treytorrens, près Cully, une de 10,2°. Dans cette dernière station les thermomètres ne sont pas à l'abri du rayonnement provenant d'une cour pavée. Les extrêmes de températures donnent pour Morges —14,0° le 1er janvier 1854 et 30,7 le 8 juillet 1865; 8 fois dans l'espace de 8 ans la température maximale y a dépassé 30 degrés. A Lausanne ces extrêmes sont —15,9° le 18 janvier 1891 et 31,8° le 17 août 1892. La variabilité de la température est moindre sur le Plateau que sur le Jura; elle est de 1,6° à Lausanne, de 2,1° à Ste-Croix.

Lausanne a annuellement 145 jours de gelée et 220 jours pendant lesquels il ne gèle pas, Morges ne montre que 144 jours de gelée, un de moins par an.

La température du sol est observée à Lausanne au Champ-de-l'air depuis 1887, à 25 cm., à 50 cm. et à un mètre de profondeur. Nous avons fait à Clarens les mêmes observations en 1894 à 25 cm. et à 50 cm., sous sol gazonné. Les moyennes constatées sont à Lausanne de 10,6° à 25 et à 50 cm. et de 10,3° à 1 mètre. En 1894 la température du sol était :

A Lausanne à 25 cm. 11,2° et à 50 cm. 11,2°
A Clarens 25 cm. 11,7° et à 50 cm. 11,7°

La température du sol est d'un mois en retard sur celle de l'air. Dans les couches supérieures du sol les variations de la température se propagent assez vite, très lentement plus bas.

L'humidité relative de l'air est à Morges de 79,2 %, à Lausanne de 78,1 %. Sur 100 jours on compte :

A Morges	0	jour,	à Lausanne	1,2	jour	à 100 %	d'humidité
»	11,2	»	»	13,0	»	de 91 à 99 %	»
»	33,6	»	»	27,2	»	81 à 90	»
»	33,1	»	»	30,0	»	71 à 80	»
»	16,1	»	»	17,8	»	61 à 70	»
»	4,8	»	»	8,9	»	51 à 60	»
»	2,5	»	»	1,4	»	41 à 50	»
»	0,1	»	»	0,5	»	31 à 40	»

Les précipitations atmosphériques du plateau et des bords du lac se rapprochent beaucoup du type calculé par le Dr Julius Müller pour le bassin du lac Léman; le maximum a lieu en octobre, mais il est beaucoup moins marqué que sur le Jura et dépasse de fort peu le maximum de l'été. Il tombe à Morges 957,8 mm. de pluie annuellement, 1025,7 mm. à Lausanne, 1045,4 mm. à Cully, 909,2 mm. à Treytorrens, 1036,4 mm. à Echallens, 1028,0 mm. à Moudon, 857,6 mm. à Avenches, 778,9 mm. à Estavayer. En corrigeant ces chiffres sur la longue série d'observations de Genève, nous trouvons pour :

Morges	943,8 mm.	965,8 pour les rives septentrionales du lac Léman.
Lausanne	957,7 mm.	
Cully	995,8 mm.	
Echallens	985,4 mm.	950,9 pour le Plateau vaudois.
Moudon	965,0 mm.	
Avenches	902,2 mm.	
Estavayer	729,3 mm.	Pour les rives orientales du lac de Neuchâtel.

La neige se voit dans la vallée du Léman de novembre jusqu'en mars; les dates moyennes de sa première et der-

nière apparition sont le 1er décembre et le 26 mars, pour Morges, et le 24 novembre et le 29 mars, pour Lausanne.

Les orages sont un des facteurs à forte variation du climat. A Lausanne on en a observé en moyenne 21 par an, 5 seulement en 1890 et 34 en 1880. Il n'y a jamais été vu d'orage en janvier; en février et mars, ainsi qu'en novembre et décembre, ils sont rares; en avril et octobre on en compte un tous les 2 ans; en mai et septembre deux et demi par an. Durant ces 20 années il a grêlé 36 fois a Lausanne, 12 fois au printemps, 15 fois en été et 9 fois en automne. Pendant 5 années (sur 20) il n'y est pas tombé de grêle. Le ciel, sur les rives du lac Léman, présente le plus de clarté en mars et en septembre et vers le milieu de l'éte; de novembre à janvier il est le plus couvert. La comparaison des chiffres accusés par la nébulosité de Morges et de Lausanne avec ceux de Genève permet de conclure que le ciel est plus pur à Morges et à Lausanne qu'à l'extrémité méridionale du lac Léman.

Il est incontestable que Lausanne subit plus souvent le brouillard que Morges; de 1864 à 1866 on l'a observé 5 fois par an dans cette dernière ville, 19 fois dans la première. L'insolation, qui depuis 1887 est observée au Champ-de-l'air, a fourni les valeurs suivantes, exprimées en heures et dixièmes d'heure, en regard desquelles nous plaçons l'insolation possible, telle qu'elle résulte d'un calcul expérimental fait par M. F.-A. Forel:

Heures d'insolation observées à Lausanne

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
71,1	101,0	147,5	179,8	216,4	230,8	Année: 1911,5
Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Déc.	
243,1	259,7	190,4	137,7	76,7	57,1	

Insolation possible

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
261	268	341	376	425	423	Année: 4100
Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Déc.	
432	405	348	311	261	249	

ou le 47 % de l'insolation possible.

Le Plateau participe aux deux vents généraux balayant la Suisse entre les Alpes et le Jura; les vents locaux ou brises ne se font remarquer qu'au bord du lac. La vaudaire ou le

föhn arrive, quand il est violent, jusqu'à Lavaux; par contre le joran, vent froid et âpre, vient alterner, en hiver surtout, avec la bise.

Au Champ-de-l'air, sur 100 observations, on constate 13 fois N, 9 fois NE, 3 fois E, 7 fois SE, 4 fois S, 16 fois SW, 5 fois W, 3 fois NW et 38 fois le calme. A Morges la proportion est la suivante: 21 fois N, 5 fois NE, 0,1 fois E, 0,2 fois SE, 1 fois S, 13 fois SW, 5 fois W, 1 fois NW et 60 fois le calme.

Au siècle passé déjà on a fait à Lausanne des observations météorologiques. Le Dr Verdeil a résumé celles faites de 1763 à 1772 et les a présentées le 27 décembre 1783 dans une séance de la Société des Sciences physiques de Lausanne. La température moyenne trouvée alors était de 9,5° à 521 m. d'altitude, tandis que maintenant nous arrivons à une moyenne de 9,0°. La température n'a pas varié, comme on le voit, depuis le siècle passé.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE NEUCHATEL

Séance publique du 28 octobre 1895, au Locle.

M. de Tribolet. La vie et les œuvres d'Aug. Jaccard. — Léon Du Pasquier. Avalanche du glacier de l'Altels.

M. le Prof. M. de Tribolet lit un travail très complet sur *la vie et les œuvres d'Aug. Jaccard.* Comme nous avons déjà donné ici quelques renseignements biographiques sur notre regretté collègue [1] nous ne nous arrêterons pas davantage à la communication de M. de Tribolet qui sera du reste insérée in extenso — illustrée d'un portrait de Jaccard — dans le t. XXIV du *Bulletin de la Soc. des Sc. nat. de Neuchâtel.*

M. le Prof. Léon Du Pasquier donne ensuite un compte rendu de *l'avalanche du glacier de l'Altels,* survenue le 11 septembre dernier [2]. On sait que, comme d'autres, cette avalanche a été entendue à grande distance — au moins jusqu'à 16 km. — dans la vallée de la Kander où certaines personnes ont cru tout d'abord à un orage ou à un tremblement de terre. Il paraît que de Kandersteg on a aperçu aussi un

[1] *Archives*, t. XXIII, 1895, p. 386.

[2] Ce compte rendu a été en partie refondu après la publication du numéro de décembre des *Archives,* de façon à ne pas faire à un trop haut degré double emploi avec l'article de M. Forel (*Archives,* t. XXIII, p. 513) ni avec le compte rendu de M. Ch. Sarasin (*Ibid.* p. 575).

nuage brumeux s'élevant verticalement au-dessus du passage de la Gemmi. Quelques personnes ont ressenti une pluie fine alors qu'au-dessus de ce nuage le ciel était encore serein.

Dans la vallée d'Ueschinen on dit avoir remarqué une chute de poussière.

Tout cela se passait peu après 5 h. du matin, heure à laquelle, le 11 septembre, il fait encore assez sombre dans nos vallées alpines. Ce fait explique qu'on ait si peu vu et entendu le phénomène.

A l'aide de projections, M. Du Pasquier démontre la topographie du pays, la nature et les effets de la catastrophe du 11 septembre.

La portion éboulée du glacier de l'Altels est située dans la région inférieure de ce glacier, qui est, comme on sait, un glacier de versant, ayant grossièrement la forme d'un triangle. Le sommet du triangle coïncide avec le sommet de la montagne. Son inclinaison sur l'horizon varie de 35 à 60°.

Par l'effet de la pesanteur, un segment de glace plus ou moins circulaire s'est détaché de la base du triangle, a glissé sur la pente de la montagne formée de surfaces de couches calcaires jurassiques, régulières, de 30 à 35° de plongement NW. Cette masse de glace acquérant dans sa chute une vitesse considérable s'est brisée, triturée en menus fragments, a entraîné quantité de débris rocheux qui se trouvaient sur son passage et recouvert le bel alpage de la Spitalmatte d'une couche de plusieurs mètres d'un conglomérat de glace. On voit distinctement qu'une partie de la masse éboulée a rebondi contre la paroi opposée (Ueschinenwand) est retombée sur elle-même et a coulé ensuite sur une longueur de quelque cent mètres dans la direction de Kandersteg.

M. V. Attinger qui accompagnait M. Du Pasquier a pris de l'Altels et de l'avalanche une série de v es photographiques qui ont permis la reconstruction photogrammétrique de la rupture, spécialement étudiée par ces messieurs.

Les dimensions du segment éboulé sont d'environ 145,000 mètres carrés de superficie, l'épaisseur de la tranche de glace varie de 0 à 40^{m}, en moyenne on peut admettre 25^{m}. Ce

qui donne pour le cube de glace éboulé 3,830,000 mètres cubes, chiffre auquel il convient d'ajouter au plus 5 % pour les débris pierreux entraînés.

M. Du Pasquier donne comme dimension de l'espace recouvert par l'avalanche :

2,750,000 mètres carrés affectés par la grêle de pierres, dont :

1,200,000 mètres carrés recouverts par une épaisse couche de détritus.

De ces 275 hectares environ 20 étaient des forêts d'arolles, 10 sont entièrement dévastés par le coup de vent qui précédait l'avalanche, dans les 10 autres les arbres sont seulement en partie endommagés.

L'épaisseur moyenne de la couche de glace et de pierres déposée sur ces 120 hectares serait donc d'environ 3,3^{m} si la glace était tassée, ce qui n'est pas le cas, le foisonnement est considérable mais peu facile à déterminer.

On a dit que toutes sortes d'objets, voire un veau, avaient été projetés par-dessus l'Ueschinengrat, ceci est une erreur, un examen attentif de tout l'Ueschinengrat a démontré à MM. Attinger, Hermite et Du Pasquier que l'arête en question faisait simplement partie de la périphérie de l'espace grêlé de pierres, les fragments qu'on y trouve n'atteignent pas le poids d'un kilogramme, la plupart ne dépassent guère 30 à 50 gr.

Les journaux qui persistent à annoncer la continuation d'éboulements partiels ont tort aussi, l'arrachement avait après 17 jours parfaitement la même apparence qu'au début. Il paraît à M. Du Pasquier que la courbe grossièrement circulaire qui limite la zone arrachée représente une courbe de pression de la voûte naturelle formée par le glacier [1], il n'y

[1] Le ressaut de terrain que M. Ch. Sarasin a cru voir dans cette région et auquel il attribue la formation d'une crevasse (*Archives*, t. XXIII, 1895, p. 575) est situé plus haut que la partie supérieure de la rupture, dans la région de la rimaye. La surface de rupture ne présente de traces d'anciennes crevasses que sur une longueur de 30 à 40 mètres, le reste de la rupture est franc.

aurait donc pas de raison pour que, la partie inférieure non soutenue une fois tombée, l'éboulement ne prit pas fin.

Quant aux causes de l'avalanche, M. Du Pasquier ne se prononce pas encore. Evidemment, comme cela ressort clairement des travaux de M. Forel, la chaleur de l'automne doit en être le facteur principal. Des variations de dimensions du glacier ces années dernières ne sont pas improbables, mais il faudrait pour trancher la question pouvoir reconstituer l'histoire du glacier à l'aide de photographies prises depuis quelques années. *M. Du Pasquier prie donc instamment Messieurs les photographes et amateurs qui pourraient posséder des vues de la face nord-ouest de l'Altels de bien vouloir les lui communiquer.*

Séance du 7 novembre.

Ed. Cornaz. Renseignements statistiques sur la variole et les vaccinations à Budapest. — L. Rollier. Carte géologique 1 : 25,000 de la chaîne Chaumont-Chasseral. — A. Perrochet. Gentiana campestris L. — R. Chavannes. Sur l'entuffement.

M. le Dr Ed. Cornaz croit devoir, au moment où une forte opposition tend à se manifester contre la vaccination obligatoire, donner quelques *renseignements statistiques sur la variole et les vaccinations à Budapest,* d'après le Dr G. Thissing. La Société décide de donner une publicité étendue à ce travail dont les conclusions très claires s'imposent.

M. L. Rollier, géologue, présente les minutes d'une *carte géologique 1 : 25,000 de la chaîne Chaumont-Chasseral,* travail entrepris pour la carte géologique de la Suisse.

On ne peut s'empêcher de regretter que les maigres crédits alloués par la Confédération à la Commission géologique ne permettent pas la publication de la carte de la Suisse à cette échelle. Une carte pareille serait de la plus grande utilité aux travaux publics et souvent à l'agriculture, tandis que la carte actuelle aux 1 : 100,000 n'est au fond qu'une carte générale qui ne sert ni l'ingénieur ni l'agronome.

M. le Prof. Perrochet présente quelques exemplaires d'une variété naine de *Gentiana campestris* L. trouvée près de Fionnay (Val de Bagnes) dans les sables d'alluvion de la Dranse. Ces exemplaires présentent, malgré leur taille, les caractères distinctifs de l'espèce et ne peuvent être rapportés à la *G. tenella* Rottb.

M. R. Chavannes, ingénieur, démontre un nouveau compteur d'eau à l'occasion duquel une longue discussion s'engage sur l'*entuffement* de nos conduites d'eau qui a tant diminué depuis que les eaux du Seyon ont été remplacées par celles des sources des gorges de l'Areuse. Ces deux eaux présentant à peu près la même proportion de bicarbonate de chaux, les causes du dépôt du tuf sont autres que celles qu'on a en général admises chez nous; il semble que les algues qui se développaient en abondance dans les eaux du Seyon et qui ensuite des circonstances dans lesquelles s'effectue le captage des eaux actuelles ne peuvent plus être nombreuses, aient été en grande partie la cause de l'entuffement rapide qui se produisait précédemment. Cette conclusion sera étudiée ultérieurement par M. Rollier.

Séance du 21 novembre.

Billeter. Maladies des vins de Neuchâtel 1893. — Arndt. Calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires.

M. le Prof. Billeter revient sur les *maladies des vins de Neuchâtel 1893* en traitant cette fois-ci des vins rouges.

Le fait est que ceux de nos vins rouges de 1893 qui n'ont pas été traités avec un soin particulier sont, de même que les blancs, dont il a déjà été question [1], sujets à se gâter. Ils sont eux aussi attaqués par les microbes de la *tourne* ou de l'*amertume*. Ici la tourne ne s'attaque pas au tartre comme dans les vins blancs mais à la glycérine, les acides volatils produits ne sont que plus désagréables au goût.

[1] *Archives*, t. XXIII, 1895, p. 193.

Voici les résultats de quelques analyses faites au Laboratoire cantonal :

Vins de 1893	Alcool % de vol.	Extrait	Cendres	Acides	Tartre	Glycérine	Acides volatils	Observations
Bl. Auvernier . .	9,5	22,1	8,1	8,6	0,76	7,85	5,2	(5,0 de potasse) *tourné.*
Bl. Auvernier . .	11,3	15,7	4,8	7,3	< 0,04	2,48	2,48	tourné.
Bl. Neuchâtel . .	9,7	17,4	5,8	7,6	< 0,04	—	—	(analyse incomplète) *tourné*
Bl. Bevaix	8,9	13.6	1,6	6,8	2,45	4,36	0,6	*tourné* comme les rouges.
Rouge Neuchâtel	12,0	21,0	2,5	9,75	1.61	3,85	1,68	*tourné.*
» Cortaillod.	11,2	17,1	1,8	8,9	2,31	2,33	1,25	»
» Neuchâtel	11,4	20,6	2,5	7,7	1,88	4,58	1.02	*amer.*

En parlant des causes de ces maladies, M. Billeter relève le fait que les vins de 1893 ne présentent pas l'acidité normale des vins de Neuchâtel ; dès lors l'acidité s'est relevée considérablement.

Quant au traitement de ces maladies, M. Billeter préconise entre autres la pasteurisation au sujet de laquelle il va se livrer à une série d'expériences.

M. Arndt, astronome à l'Observatoire, présente un travail relatif au *calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires.*

Dans ses recherches, intitulées : *Determinatio attractionis quam in punctum,* etc. Gauss a établi un théorème qui permet de déterminer les perturbations séculaires des éléments de l'orbite d'un corps céleste, si l'on n'envisage que la première puissance des masses. Il suppose que la masse du corps produisant la perturbation est distribuée sur son orbite de telle manière que chaque élément d'arc reçoit une partie de cette masse proportionnelle au temps pendant lequel la planète reste dans cet élément. L'expression de l'attraction de cette masse, exercée sur un autre corps céleste représente la partie séculaire des perturbations. Si ds désigne un élément d'arc, m_1 la masse du corps perturbateur, U_1 la durée de révolution, r_1 le rayon vecteur et v_1 la vitesse instan-

tanée, le potentiel de cette distribution de masse s'exprime par la formule :

$$\int \frac{ds}{r_1} \cdot \frac{m_1}{U_1 . v_1} ;$$

dans laquelle l'intégrale doit être étendue sur tout le tour de l'ellipse. Les dérivées partielles de ce potentiel représentent les composantes de l'attraction. Par l'introduction d'une autre variable d'intégration, au lieu de l'anomalie excentrique, on peut donner à ces composantes une forme complètement intégrable. Pour obtenir ces expressions il faut résoudre chaque fois une équation du troisième degré. La résolution n'est pas difficile, mais devient très incommode si l'on doit calculer les composantes un grand nombre de fois pour les différentes parties de l'orbite.

On peut éviter la résolution de cette équation et représenter les composantes de la force perturbatrice par l'expression :

$$A.\omega + B.\eta,$$

où A et B sont des fonctions rationnelles des coefficients de l'équation cubique et où ω et η sont les périodes des fonctions elliptiques. Ces périodes peuvent être exprimées par des série hypergéométriques dont la variable est l'invariant absolu des fonctions elliptiques. Pour faciliter le calcul numérique des forces perturbatrices, M. Arndt a calculé une table qui donne ces séries hypergéométriques pour toutes les valeurs des variables entre 0,000 et 1,000.

D'après la méthode de la variation des constantes, la variation de chaque élément de l'orbite peut être généralement représentée par l'expression suivante :

$$(\delta c_i)' = \Phi_1 R + \Phi_2 U + \Phi_3 Z,$$

où les quantités Φ ne dépendent pas des éléments du corps perturbateur. Les trois composantes R, U, Z sont fonctions de l'anomalie moyenne et peuvent être développées d'après la théorie des séries de Fourier en séries des sinus et cosinus des multiples des anomalies moyennes M et M_1. Les termes

de ces séries qui sont indépendants de M et M_1 donnent la partie séculaire des perturbations de sorte qu'on a pour la variation séculaire de chaque élément c_i

$$\delta c_i = \frac{1}{4\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\Phi_1 R + \Phi_2 U + \Phi_3 Z)\, dM.dM_1.$$

Dans cette expression on remplace l'anomalie moyenne par l'anomalie excentrique ε, et le problème se réduit à l'intégration d'expressions de la forme :

$$R_0 = \int_0^{2\pi} R(1 - e_1 cos\varepsilon_1)\, d\varepsilon_1.$$

Pour rendre intégrables ces expressions on y introduit une autre variable d'intégration par une substitution orthogonale et on détermine les neuf coefficients de cette substitution de telle manière que les composantes se présentent sous la forme :

$$V = \int_0^{2\pi} \frac{\Gamma + \Gamma_2 sin^2 T + \Gamma_2 cos^2 T_3}{(G - G_1 sin^2 T + G_2 cos^2 T)^{3/2}}\, dT.$$

En séparant cette intégrale en trois parties, chacune peut être intégrée à l'aide des fonctions weierstrassiennes en introduisant comme nouvelle variable l'intégrale elliptique :

$$u = \int_{pu}^{\infty} \frac{ds}{\sqrt{4(s - e_1)(s - e_2)(s - e_3)}};$$

chaque partie de V sera donc de la forme :

$$\int_{\omega^1}^{\omega + \omega^1} (pu - e_\alpha) du$$

de sorte qu'on obtient après l'intégration l'expression suivante pour les composantes :

$$A\omega + B\eta.$$

D'après les recherches de M. Bruns les périodes ω et η satisfont aux mêmes équations différentielles que la série hypergéométrique de Gauss. Après la détermination des constantes on obtient pour ces périodes les expressions :

$$\omega = \frac{\pi}{\sqrt[4]{2}} g_2^{-\frac{1}{4}} F\left(\tfrac{1}{12}, \tfrac{5}{12}, 1, \tfrac{g-1}{g}\right)$$

$$\eta = \frac{\pi}{\sqrt[4]{1728}} g_2^{\frac{1}{4}} F\left(\tfrac{7}{12}, -\tfrac{1}{12}, 1, \tfrac{g-1}{g}\right)$$

où g représente l'invariant absolu des fonctions elliptiques.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1896

Le 1er, brouillard enveloppant à 10 h. du matin.
2, forte rosée le soir; double couronne lunaire à 9 h. 15 m. du soir.
3, très forte gelée blanche le matin; brouillard pendant tout le jour; il est enveloppant le matin.
4, brouillard le matin et depuis 7 h. du soir.
5, assez forte bise le matin et depuis 7 h. du soir.
6, assez forte bise à 10 h. du matin.
8, faible gelée blanche à 10 h. du soir.
9, légère chute de neige dans la nuit.
9 et 10, violente bise.

La bise s'est levée subitement le 9 janvier, à 2 h. 30 m. du matin; le vent, qui jusque-là soufflait de l'WSW. avec une intensité moyenne de 3 6 klm. à l'heure, tourna brusquement au NNE. et son intensité atteignit au début une vitesse de 11 klm., qui alla toujours en croissant; à 4 h. du matin elle était déjà de 36 kil., à 1 h. de l'après-midi de 63 klm., à 5 h. 1/2 de 74 klm. Le moulinet de l'anémographe Richard semble avoir fonctionné normalement jusqu'à la nuit, à une heure indéterminée. Le lendemain, 10 janvier, on constatait qu'une des ailes en aluminium avait été arrachée par la violence de la bise et que le moulinet avait été excentré, ce qui rendait ses indications inexactes. A en juger par le diagramme de la direction du vent et aussi par des observations personnelles, la bise doit avoir atteint son maximum d'intensité vers 10 h. 40 m. du soir du 9; il semble assez probable que sa vitesse ait atteint et peut-être légèrement dépassé la vitesse de 100 klm. à l'heure.

Les chiffres indiquant la vitesse moyenne de la bise pendant les journées du 9 au 15 ont été mis entre parenthèses, car ils sont le résultat, non d'une mesure exacte, mais d'une estimation fortement motivée d'ailleurs. L'anémomètre réparé a recommencé à fonctionner dans l'après-midi du 15.

Nous renvoyons nos lecteurs aux journaux quotidiens en ce qui concerne les dégâts causés par la bise, la place restreinte dont nous disposons ne nous permettant pas d'entrer dans des détails. Disons seulement qu'elle a eu une influence indirecte sur les observations limnimétriques; le limnimètre du Jardin anglais était gelé dans la journée du 10 et aucune lecture n'a pu être faite ce jour-là. Ce fait ne s'était pas produit, même lorsque la rade était complètement gelée. La valeur notée résulte d'une interpolation faite par comparaison avec les données limnimétriques de Sécheron, obtenues par M. Ph. Plantamour.

13, très forte gelée blanche le matin.
14, neige dans l'après-midi, suivie de pluie mêlée de neige; la neige atteignait la hauteur de $2^{cm},6$ à 7. du soir.
15, verglas le matin.
16, pluie le matin ; pluie mêlée de neige l'après-midi.
17, brouillard de terre à 10 h, du matin; rosée à 9 h. du soir.
18, très forte gelée blanche et brouillard enveloppant le matin; rosée à 7 h. du soir ; gelée blanche à 9 h. du soir.
19, très forte gelée blanche le matin ; brouillard dans la journée.
20, brouillard; il est enveloppant à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
21, brouillard pendant tout le jour.
22, brouillard; il est enveloppant le matin et le soir; léger givre à 10 h. du matin.

23, givre et brouillard enveloppant le matin ; brouillard depuis 9 h. du soir.
24, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
25, très forte gelée blanche le matin ; brouillard enveloppant depuis 10 h. du matin.
26, brouillard ; il est enveloppant le matin et le soir.
27, brouillard enveloppant le matin.
28, gelée blanche à 10 h. du soir.
29, très forte gelée blanche le matin.
31, brouillard jusqu'à 7 h. du matin : couronne lunaire à 9 h. du soir. gelée blanche à 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	732,99	Le 4 à 4 h. soir	729,66
7 à 8 h. soir	737,80	9 à 4 h. matin	730,41
11 à 2 h. matin	734,27	14 à 6 h. soir	715,11
17 à 10 h. matin	735,78	19 à minuit	731,93
21 à 10 h. matin	736,23	23 à 3 h. soir	732,08
30 à 9 h. soir	745.81		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM.	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIERES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	11.5	17.9	6.0	7.0	7.7	11,5	11.7	25.4

La quantité d'eau récoltée à Jussy pendant le mois de décembre s'élève à 55mm,0.
La feuille pluviométrique de Compesières du mois de décembre s'est égarée par la poste ; le total s'élève, d'après le souvenir de M. Ch. Raymond, à 75mm,5.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	729.49	+ 1.67	727.67	731.06	+ 5.92	+ 6.13	+ 3.5	+ 9.9	888	+ 23	720	980	...	...	calme	4.6	0.38	....	.....	153.0
2	732.16	+ 4.32	731.08	732.99	+ 3.95	+ 4.19	+ 0.2	+ 9.3	870	+ 5	740	980	...	...	NNE. 0	1.0	0.18	6.9	+ 1.5	155.0
3	731.86	+ 4.00	731.40	732.59	— 0.19	+ 0.07	— 1.7	+ 1.1	988	+123	980	1000	...	...	calme	1.5	1.00	6.4	+ 1.0	156.0
4	730.44	+ 2.57	729.66	731.29	+ 0.96	+ 1.24	0 0	+ 2.5	941	+ 76	880	1000	...	...	var.	2.7	0.95	6.2	+ 0.8	155.0
5	734.33	+ 6.44	730 58	736.76	+ 2.80	+ 3 09	+ 1.5	+ 3.7	792	— 73	730	860	...	...	NNE. 2	19.4	1.00	....	.....	155.0
6	736.33	+ 8.43	735.40	737.51	+ 1.18	+ 1.49	+ 0.3	+ 2.8	801	— 64	750	840	...	...	NNE. 1	10.4	0.75	5.7	+ 0.4	152.9
7	736.74	+ 8.83	735.46	737.80	+ 0.13	+ 0.45	— 0.4	+ 1 0	821	— 44	790	860	...	...	NNE. 1	10.0	1.00	6.2	+ 1.0	150.0
8	735.16	+ 7.25	732 62	737.15	— 0.41	— 0.09	— 2.5	+ 1.7	836	— 29	780	940	...	...	NNE. 1	5.0	0.45	6.0	+ 0.8	149.0
9	731.28	+ 3.36	730.41	732.35	— 2.57	— 2.25	— 4.6	+ 0.9	914	+ 50	850	960	...	...	NNE. 5	(45.8)	0.35	5.5	+ 0 4	155.5
10	732.38	+ 4.46	731.56	734.02	— 5.81	— 5.49	— 7.0	— 4.6	879	+ 15	670	980	...	...	NNE. 4	(44.4)	0.80	3.3	— 1.8	(149.5)
11	733.38	+ 5.46	732 65	734.27	— 7.48	— 7.16	— 8.7	— 6.2	824	— 40	710	890	...	...	NNE. 1	(15.2)	1.00	3.7	— 1.4	146.0
12	731.08	+ 3.16	729.77	733.24	— 6.51	— 6.20	— 8.2	— 3.0	832	— 31	760	900	...	...	calme	(2.7)	0.62	....	.....	145 0
13	727.77	— 0.15	726.40	729 31	— 6.04	— 5.74	— 9.5	— 1.4	836	— 27	710	930	...	...	calme	(1.3)	0.65	3.8	— 1 2	144.0
14	719.93	— 7.98	715.11	726.00	— 2.75	— 2.46	— 8.0	+ 2.8	849	— 13	700	910	2.1	5	var.	(6.7)	1.00	3.8	— 1.2	141.8
15	722.59	— 5.31	717.46	725.40	+ 0.78	+ 1.05	— 3.7	+ 7.4	788	— 74	570	900	...	...	calme	(2.3)	0.88	5.0	0.0	141.0
16	730.18	+ 2.29	724.07	734.95	+ 3.32	+ 3.57	+ 1.3	+ 7.1	782	— 79	660	900	5.6	7	SSW. 1	2.5	0.95	5.1	+ 0.1	139.8
17	735.30	+ 7.42	734.82	735.78	+ 2.85	+ 3.08	+ 0.2	+ 8.9	870	+ 9	760	950	...	...	SSW. 0	1.0	0.53	5.7	+ 0.8	138.0
18	733.72	+ 5.85	732.10	735.44	— 0.06	+ 0.14	— 2.9	+ 4.1	948	+ 88	820	1000	...	...	S. 0	0 6	0.50	5.2	+ 0.3	138.0
19	733.42	+ 5.57	731.93	735.22	— 0.75	— 0.57	— 3.0	+ 1.7	929	+ 70	800	1000	...	...	SSE. 0	0.6	1.00	....	.....	137.2
20	734.63	+ 6.80	734.41	735.29	+ 0.36	+ 0.50	— 2.0	+ 5.1	987	+129	960	1000	...	...	SE. 0	0.8	1.00	4.9	0.0	137.0
21	735.52	+ 7.71	734.98	736.23	— 1.78	— 1.67	— 2.5	— 0.5	955	+ 97	920	1000	...	...	SE. 0	1.3	1.00	5.0	+ 0.1	138.0
22	734.30	+ 6.51	733.28	735.73	— 3.02	— 2.95	— 4.2	— 1.9	991	+134	960	1000	...	...	SE. 0	1.3	1.00	4.9	+ 0.1	138.1
23	732 63	+ 4.86	732.08	733.27	— 1.80	— 1.77	— 3.7	+ 1.5	980	+124	930	1000	...	...	SSW. 0	1.7	0.97	4.8	0.0	135.5
24	733.03	+ 5.29	732.20	733.63	— 0.91	— 0.92	— 3.0	+ 1.4	897	+ 42	810	960	...	...	NE. 0	0.6	0.48	4.8	0.0	135.7
25	733.03	+ 5.32	732.27	733.65	— 3.85	— 3.91	— 6.6	— 1.7	981	+127	960	1000	...	...	SSE. 0	0.8	0.85	4.5	— 0.3	134.2
26	733 18	+ 5.50	732.45	734.02	— 3.56	— 3.66	— 5.7	— 1.3	996	+143	980	1000	...	...	SSW. 0	1.3	1.00	....	.....	134.0
27	734.05	+ 6.40	733.12	734.87	— 0.50	— 0.65	— 3.0	+ 2.7	911	+ 60	790	1000	...	...	calme	1.9	1.00	4.6	— 0.2	134.5
28	736.77	+ 9.16	734.80	739.25	+ 1.24	+ 1.03	— 1.9	+ 7.2	788	— 62	610	980	...	...	SE. 0	0.6	0.37	4.7	— 0.1	133.0
29	741.67	+14.10	739.56	744.08	— 0.26	— 0.52	— 2.9	+ 3.0	834	— 15	670	960	...	...	NNE. 1	4.0	1.00	4.7	— 0.1	135 2
30	744.81	+17.28	743.97	745.81	— 0.05	— 0.37	— 1.4	+ 1.2	782	— 66	720	840	...	...	NNE. 1	5.6	1.00	4.4	— 0.4	134.3
31	743.67	+16.18	741.35	745.59	— 1.75	— 2.13	— 4.3	+ 0.7	858	+ 12	780	900	...	...	var.	2.1	0.53	4.2	— 0.6	132.0
Mois	733.38	+ 6,01			— 0.86	— 0.78			882	+ 25							0.78	5.00	—0.11	142.68

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1896

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	732,62	732,67	732,86	733,61	732,95	732,86	733,32	733,25
2e »	730 00	730,14	730,20	730,84	730,05	729,83	730,24	730,29
3e »	736,53	736,42	736,55	737,08	736,48	736,15	736,68	736,95
Mois	733,16	733,19	733,31	733,95	733,27	733,05	733,52	733,61

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 0,69	+ 0,72	+ 0,34	+ 0,50	+ 1,38	+ 1,37	+ 0,25	— 0,49
2e »	— 3,08	— 3,65	— 3,07	— 1,62	+ 0,87	+ 0,42	— 0,95	— 1,94
3e »	— 2,15	— 2,46	— 2,79	— 1,73	— 0,07	+ 0,15	— 0,93	— 1,83
Mois	— 1,53	— 1,82	— 1,87	— 0,98	+ 0,70	+ 0,63	— 0,55	— 1,43

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	907	902	900	880	828	817	861	889
2e »	900	905	921	857	785	793	856	899
3e »	950	951	945	897	841	840	898	932
Mois	920	920	923	879	819	817	873	907

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Lumimètre.
	°	°	°		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	— 1,07	+ 2,83	+ 5,77	0,69	14,48	...	153,09
2e »	— 4,45	+ 2,65	+ 4,65	0,81	3,37	7,7	140,78
3e »	— 3,56	+ 1,12	+ 4,66	0,84	1,93	...	134,95
Mois	— 3,05	+ 2,16	+ 5,00	0,78	6,44	7,7	142,68

Dans ce mois l'air a été calme 57,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 8,73 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 26°,6 E. et son intensité est égale à 46,0 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1896.

Le 1er, forte bise jusqu'à 7 h. du matin ; brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
8, forte bise depuis 1 h. du soir.
9, forte bise pendant tout le jour ; brouillard de 1 h. à 4 h. du soir.
10, fort vent depuis 7 h. du soir.
11, fort vent jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
13, forte bise à 1 h. du soir.
14, neige depuis 1 h. du soir.
15, brouillard par une forte bise jusqu'à 7 h. du matin.
16, violente bise jusqu'à 1 h. du soir ; forte bise pendant le reste de la journée ; neige jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir ; sa hauteur ne peut être mesurée ; brouillard de 1 h. à 4 h, du soir.
17, forte bise pendant tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 3 à minuit	567,63	Le 4 à 4 h. soir	564,67
6 à 9 h. matin	570,15	9 à 8 h. matin	556,33
12 à minuit	563,55	14 à 7 h. soir	551,63
17 à 10 h. soir	567,88	18 à 6 h. soir	567,27
19 à 11 h. soir	568,93	25 à 6 h. matin	563,98
31 à 11 h. matin	576,10		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	564.29	+ 2.93	562.63	566.08	— 7.01	+ 1.60	— 9.0	— 5.2	.....	.....	....	NE.	1	0.35
2	566.95	+ 5.62	566.00	567.55	— 4.13	+ 4.51	— 6.5	— 1.3	.....	.....	....	NE.	1	0.00
3	566.90	+ 5.59	566.52	567.63	— 1.98	+ 6.69	— 3.6	+ 1.5	.....	.....	....	NE.	1	0.03
4	565.19	+ 3.90	564.67	566.45	— 3.03	+ 5.67	— 4.0	— 1.0	.....	.....	....	NE.	1	0.02
5	567.45	+ 6.18	564.70	569.25	— 4.61	+ 4.12	— 7.1	— 2.0	.....	.....	....	NE.	1	0.00
6	569.50	+ 8.25	568.20	570.15	— 2.88	+ 5.89	— 5.8	0.0	.....	.....	....	NE.	1	0.00
7	568.70	+ 7.47	568.05	569.62	— 4.53	+ 4.27	— 6.9	+ 1.1	.....	.....	....	NE.	1	0.00
8	566.51	+ 5.30	560.12	569.15	— 7.40	+ 1.43	—11.0	— 4.0	.....	.....	....	NE.	2	0.23
9	557.61	— 3.57	556.33	558.95	—20.81	—11.96	—23.1	—10.5	.....	.....	....	NE.	2	0.68
10	559.57	— 1.58	558.45	562.00	—17.00	— 8.13	—24.8	—14.9	.....	.....	....	SW.	1	0.03
11	562.62	+ 1.50	561.95	563.35	— 9.63	— 0.74	—17.5	— 6.1	.....	.....	....	var.		0.38
12	561.98	+ 0.88	560.80	563.55	— 7.90	+ 1.01	—10.0	— 2.2	.....	.....	....	NE.	1	0.00
13	558.59	— 2.48	557.20	560.75	—11.35	— 2.42	—12.7	— 9.0	.....	.....	....	NE.	1	0.03
14	553.94	— 7.10	551.63	557.10	—10.21	— 1.26	—14.8	— 7.5	200	14,5	....	SW.	1	0.83
15	555.91	— 5.10	551.95	558.90	—10.86	— 1.89	—13.1	— 7.9	.....	.....	....	NE.	1	0.23
16	560.45	— 0.53	556.10	565.00	—11.95	— 2.96	—13.3	— 8.0	.....	.....	....	NE.	3	1.00
17	566.43	+ 5.48	565.10	567.88	— 8.11	+ 0.90	—11.7	— 4.0	.....	.....	....	NE.	2	0.18
18	567.63	+ 6.71	567.27	567.83	— 2.55	+ 6.47	— 5.0	+ 1.3	.....	.....	....	NE.	1	0.02
19	568.26	+ 7.37	567.80	568.93	— 2.86	+ 6.17	— 5.3	+ 3.0	.....	.....	....	NE.	1	0.00
20	568.67	+ 7.81	568.35	568.90	— 4.36	+ 4.68	— 6.0	+ 0.5	.....	.....	....	NE.	1	0.00
21	568.81	+ 7.99	568.00	569.25	— 6.20	+ 2.85	— 8.0	— 1.3	.....	.....	....	NE.	1	0.00
22	566.94	+ 6.15	565.70	568.30	— 7.11	+ 1.95	—10.2	— 1.8	.....	.....	....	NE.	1	0.03
23	564.66	+ 3.90	564.17	565.90	— 9.50	— 0.43	—12.9	— 3.7	.....	.....	....	NE.	1	0.00
24	564.58	+ 3.85	564.07	564.95	—10.45	— 1.38	—13.5	— 5.0	.....	.....	....	var.		0.00
25	564.53	+ 3.84	563.98	565.40	— 8.46	+ 0.62	—13.0	— 4.3	.....	.....	....	NE.	1	0.00
26	565.69	+ 5.04	565.15	566.60	— 6.28	+ 2.80	— 8.7	— 2.2	.....	.....	....	NE.	1	0.13
27	566.23	+ 5.62	565.80	566.55	— 7.26	+ 1.82	—10.0	— 4.0	.....	.....	....	NE.	1	0.13
28	568.30	+ 7.73	566.92	570.10	— 9.66	— 0.58	—12.1	— 6.0	.....	.....	....	SW.	1	0.02
29	571.35	+10.81	570.20	573.00	— 9.71	— 0.63	—13.6	— 4.2	.....	.....	....	SW.	1	0.00
30	574.45	+13.94	573.12	575.80	— 4.58	+ 4.49	—10.0	— 0.6	.....	.....	....	SW.	1	0.00
31	575.52	+15.04	574.18	576.10	+ 0.52	+ 9.59	— 5.0	+ 4.9	.....	.....	....	NE.	1	0.03
Mois	565.43	+ 4.94			— 7.48	+ 1.56								0.14

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1896.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	565,04	565,05	565,14	565,49	565,42	565,23	565,38	565,39
2e » ...	562,20	562,12	562,15	562,55	562,37	562,38	562,81	562,99
3e » ...	568,18	568,02	568,04	568,37	568,24	568,26	568,47	568,65
Mois	565,24	565,16	565,20	565,56	565,44	565,38	565,65	565,77

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 7,18	— 6,55	— 5,67	— 7,26	— 7,33	— 8,06
2e » ...	— 9,13	— 8,02	— 6,48	— 7,33	— 7,45	— 7,48
3e » ...	— 8,82	— 6,70	— 3,91	— 5,68	— 7,49	— 8,33
Mois	— 8,40	— 7,08	— 5,31	— 6,72	— 7,43	— 7,97

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	°	°		mm	mm
1re décade...	— 10,18	— 3,63	0,13	....	...
2e » ...	— 10,94	— 3,99	0,27	14,5	200
3e » ...	— 10,64	— 2,56	0,03	....	...
Mois	— 10,59	— 3,37	0,14	14,5	200

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 4,59 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 75,3 sur 100.

SUR LE ROLE

DES

COURANTS DE CONVECTION CALORIFIQUE

DANS LE

Phénomène de l'illumination des eaux limpides.

PAR

W. SPRING

Professeur à l'Université de Liège.

La question de la couleur des eaux limpides des lacs et des mers, a déjà occupé souvent les physiciens. Elle paraît résolue dans ses parties fondamentales, mais elle présente encore plus d'un côté douteux, pour ne pas dire obscur. Par exemple, on n'est pas encore d'accord sur les causes de l'illumination des eaux. Je me propose de faire connaître dans cette note, des expériences nouvelles qui, je le pense du moins, pourront contribuer à la solution du problème.

L'origine et le but de ces expériences, seront plus aisément compris, si, à la suite d'une courte esquisse historique, on se rappelle l'état actuel de la question. On trouvera les détails complémentaires dans les travaux que j'ai publiés en 1883 et en 1886 sur la matière [1].

[1] *Bull. de l'Académie de Belgique* (3), t. 5, p. 55-84, et t. 12, p. 814-857.

Il y a près de 50 années, Bunsen a montré que l'eau pure est bleue si on la regarde sous une épaisseur suffisante. Cette observation a fait comprendre pourquoi certaines eaux naturelles paraissent colorées. Toutefois, quand Tyndall eut démontré que le bleu du ciel pouvait ne pas être la couleur du gaz de notre atmosphère, mais le résultat de certaines réflexions subies par la lumière du soleil sur des particules transparentes très tenues, l'origine du bleu de l'eau des lacs et des mers a été de nouveau remise à l'étude. Soret et Hagenbach ont constaté alors, les premiers, que la lumière bleue émise par certains lacs était polarisée comme la lumière du firmament. On a donc cru à une similitude d'origine, au moins pour une forte partie, entre le bleu de l'eau et celui du ciel. D'autres travaux, parmi lesquels il suffit, pour le moment, de citer ceux d'Arago et de A. Hayes, donnèrent à penser aussi que l'eau n'était pas une matière possédant une couleur propre, mais qu'elle paraissait colorée par suite de phénomènes physiques dont elle pouvait être le siège ou bien par suite de son mélange avec des matières étrangères.

Je me suis assuré alors par des expériences nombreuses que cette dernière opinion était erronée, c'est-à-dire que l'observation de Bunsen était d'une exactitude incontestable : l'eau est bien une substance bleue par elle-même.

Il se posait alors une question complémentaire importante pour la physique du globe, celle de savoir à quelle cause on devait attribuer la diversité des teintes des eaux des lacs et des mers.

On a cru trouver la solution de cette question dans la présence de matières organiques déversées dans les lacs

par les ruisseaux ou les rivières qui ont coulé sur des terrains riches en substances *humiques*.

Ces matières, dont la couleur propre serait le jaune ou le brun, feraient virer la lumière bleue transmise par l'eau, au vert plus ou moins mêlé de jaune. Cette explication, bien simple, qui est due surtout à Wittstein, est néanmoins insuffisante et souvent même en défaut; on trouvera les motifs de cette opinion aux p. 62 à 65 de mon article de 1883.

J'ai montré alors que la couleur verte pouvait avoir une origine indépendante de la couleur des matières organiques dissoutes. Il suffit que les eaux qui ne sont pas bleues renferment une proportion plus ou moins grande de particules solides, incolores par elles-mêmes, de dimensions si petites, qu'elles ne se déposent presque plus par le repos et constituant, par conséquent, un milieu trouble particulier. Ce milieu trouble est caractérisé, au point de vue optique, par la propriété d'offrir moins de résistance au passage des rayons peu réfrangibles, c'est-à-dire des rayons rouges et jaunes, tandis qu'il réfléchit les rayons à ondes courtes qui produisent, sur notre œil, la sensation du bleu ou du violet. Si l'on regarde, par conséquent, une source de lumière blanche au travers d'un tel milieu, on recevra l'impression du jaune plus ou moins orangé, tandis que si la lumière est perçue après réflexion sur ce milieu elle paraîtra bleuâtre.

Il est donc évident que si une eau contient de ces particules en suspension, elle paraîtra d'autant plus verte et même d'autant plus jaunâtre, que la proportion des particules sera plus grande : la lumière arrivant à l'observateur par *transmission* sera composée du bleu propre de l'eau et du jaune orangé résultant du trouble. On conçoit

qu'une multitude de teintes sont possibles depuis le *bleu* jusqu'au *brun* plus ou moins sombre, en passant, naturellement, par les diverses nuances du *vert*. Le bleu dû à la réflexion de la lumière sur les particules en suspension s'ajoutera nécessairement au bleu de l'eau, mais comme son intensité est loin de compenser le jaune orangé de la lumière transmise, son influence ne dominera pas.

J'ai montré par des mesures photométriques exécutées en 1886, sur divers lacs de la Suisse, qu'en effet les lacs de couleur verte réfléchissent une proportion plus grande de la lumière incidente que les lacs à eau bleue, la lumière du jour se trouvant renvoyée plus complètement par ces particules. Le lac de Brienz (vert, peu limpide) renvoie 12,6 p. c. de la lumière incidente, tandis que le Blauensee de la vallée de la Kander, qui est d'un bleu très pur, n'en renvoie que 9,9 p. c. [1].

Mais c'est ici que se présente la difficulté annoncée dans les premières lignes de cette note.

Une masse d'eau ne pourra être d'un bleu pur, que si elle ne renferme aucun trouble. Or, si l'eau est vide physiquement, elle ne doit réfléchir aucune lumière : un lac ou une mer assez profondes pour absorber tous les rayons lumineux devront paraître noirs et non bleus. Cette conclusion est contraire à l'observation : la Méditerranée, par exemple, est d'un bleu plus pur et plus intense dans les parties profondes, il en est de même du lac de Genève.

On est donc obligé d'admettre que même les eaux les plus limpides en apparence ne sont pas optiquement

[1] *Bull. de l'Académie de Belgique* (3), t. 12, p. 856, 1886.

vides. Sur ce point tout le monde est d'accord ; mais il en est autrement sur la question de savoir quelle peut être la cause du trouble insaisissable des eaux limpides ?

Pour Tyndall et surtout pour Soret [1], ce trouble serait encore dû à la présence de particules matérielles invisibles que l'eau tiendrait toujours en suspension et qui seraient la cause de l'*illumination* des eaux bleues dans la nature.

Je n'insisterai pas sur ce que cette supposition peut avoir de gratuit, je dirai même d'arbitraire. Elle ne pourra être regardée comme la véritable cause de l'illumination de l'eau que le jour où la réalité du trouble matériel de l'eau aura été prouvée par un autre fait que l'*illumination elle-même*, si non elle partagerait le caractère d'une pétition de principe. Aussi bien a-t-elle déjà été mise fortement en doute, en 1869, par Lallemand [2] qui a montré que l'illumination des liquides éclairés par de la lumière polarisée a lieu presque exclusivement dans le plan de la polarisation et non dans un autre, fait qui paraît difficile à concilier avec la réflexion sur des particules matérielles douées de moins de transparence que l'eau elle-même. En outre, Lallemand a constaté l'illumination de corps solides parfaitement homogènes tels que le *crown* ou le *flint* employés par les opticiens.

Il y a une remarque plus importante à faire. Si l'eau bleue tenait en suspension assez de particules pour être illuminée, tout en restant bleue, autant ou à peu près, qu'une eau verte, elle serait un milieu trouble qui n'absorberait pas toujours les ondes les plus courtes, ce qui

[1] *Arch. des sciences phys. et nat.*, 1884, t. XI, p. 276-296.
[2] *Comptes rendus*, t. 69, pp. 189, 282, 917 et surtout 1294.

est contraire à l'observation. Brücke[1] a déjà constaté que cette absorption est au contraire d'autant mieux caractérisée que le trouble est plus fin, et je me suis assuré, de mon côté, de l'exactitude du fait.

En présence de ces contradictions, j'ai cru qu'il pouvait être intéressant de contrôler, par l'expérience, la supposition de Tyndall et de Soret, et de compléter à cet égard, mes recherches sur la couleur de l'eau. Ce sont les résultats de cette étude qui se trouvent décrits dans les pages suivantes.

Je me suis proposé de m'assurer d'abord s'il est possible de constater la présence de particules matérielles dans de l'eau purifiée avec les plus grands soins et maintenue à l'abri du contact de l'air.

A cet effet, j'ai essayé de vérifier si la limpidité de l'eau diminue avec l'épaisseur en même temps que sa transparence faiblit par suite de l'absorption de la lumière.

On sait, pour ce qui concerne l'air, que les poussières fines à la présence desquelles on a attribué l'illumination de l'atmosphère, ne produisent pas d'effet visible dans une masse d'air relativement faible. Pour les constater, alors il faut l'aide d'un éclairage puissant. La diffraction les signale, dans ce cas, à l'œil de l'observateur et les montre s'agitant dans tous les sens. Mais si l'on considère l'air sous une épaisseur suffisante, on saisit la présence de ces corpuscules parce que l'air perd de sa transparence. Les détails d'une montagne lointaine, par exemple, sont de plus en plus confus ou effacés, à mesure que l'atmosphère est moins pure. Les objets parais-

[1] *Ann. de Poggendorff*, t. 88, p. 363, 1853.

sent alors plus éloignés. Quand la pluie a entraîné et précipité sur le sol ces corpuscules invisibles, l'air est plus limpide; les objets à l'horizon paraissent comme rapprochés [1].

La perte de transparence due aux corpuscules en suspension doit, selon toute apparence, être bien autrement sensible dans l'eau parce que l'illumination de l'eau est, à égalité de volume, considérablement plus grande que celle de l'air. C'est cette conjecture qui m'a guidé. Le trouble de l'eau peut sans doute apparaître sous une épaisseur suffisante alors qu'une couche de quelques mètres semble encore limpide.

J'ai donc monté, pour les observations, sur un échafaudage spécial, deux tubes de *vingt-six mètres* de long qui pouvaient, au besoin, être placés bout à bout de manière à réaliser une couche de liquide de *cinquante-deux mètres* d'épaisseur. Les tubes étaient formés de tronçons en verre dur, chacun de 2 mètres de long, reliés par des ajutages en caoutchouc bien nettoyé. Pour éviter l'emploi d'une masse de liquide trop grande, le diamètre intérieur des tubes n'était que de 15 millimètres.

La mise en place d'un tel appareil, de façon à réaliser une ligne droite parfaite, est un travail d'une grande difficulté. On le comprendra sans peine si l'on fait attention que pas un tube en verre fourni par les verreries n'est droit et qu'il suffit d'une erreur de six dixièmes de milli-

[1] On remarque aussi qu'une grande transparence de l'air se manifeste assez souvent avant la pluie. J.-L. Soret (*Arch. des sciences phys. et nat.*, t. 11, p. 91 et p. 180; 1884) a fait voir qu'elle provient de ce que « l'air qui entoure le lieu d'observation « a été précédemment traversé et lavé par de la pluie tombée « dans une autre localité. »

mètres dans le placement du premier tronçon de 2 m. pour qu'un rayon visuel ne traverse plus l'ensemble.

Pour atteindre le but il a été nécessaire d'installer, en avant de l'appareil, une lunette astronomique et de dresser sur place chaque tronçon de tube, en lui faisant subir des flexions à l'aide de vis de pression prenant leur appui sur l'échafaudage, jusqu'à ce que son axe coïncide avec l'axe optique de la lunette. Ce travail a duré près de six semaines.

Pour faciliter le rinçage du tube et en général la manœuvre du liquide, l'appareil a été monté *en pente* de 2 cm. par mètre.

Les extrémités de ce long tube ont été fermées par des plans de verre fixés à la gomme laque dans des douilles métalliques; celles-ci étaient munies, chacune, d'un ajutage en verre permettant l'introduction du liquide. Une gaine de papier noir épais couvrait tout le tube et interceptait complètement l'éclairage latéral.

Comme source de lumière on pouvait se servir soit de la lumière du jour, soit d'un bec Auer à incandescence. Celui-ci se trouvait dans un manchon opaque, portant une tubulure horizontale fermée par une lentille à long foyer, ayant pour objet de rendre les rayons lumineux parallèles à l'axe du tube.

Pour juger de la transparence de l'eau, j'avais fixé sur la douille de fermeture tournée vers la source lumineuse un réticule fait de deux fils fins. En regardant, à l'œil nu, par l'autre extrémité (le tube étant vide), l'orifice éclairé apparaissait comme un cercle de 2 mm. seulement de diamètre, par effet de perspective. Le réticule n'était pas visible; mais en visant avec la lunette astronomique on le voyait avec une grande netteté.

Le remplissage de l'appareil devait être fait sans production de bulles d'air qui eussent obscurci le champ d'observation; l'eau n'a donc pas été versée dans le tube, mais foulée par la partie basse du tube incliné de manière à chasser lentement l'air devant elle.

L'eau dont j'ai fait usage a été distillée dans un appareil entièrement en platine et en observant exactement le procédé qui se trouve décrit dans mon travail sur la couleur de l'eau [1]. Il est donc superflu d'entrer de nouveau dans des détails sur ce sujet.

Ces dispositions étant connues, je passe au résultat des observations.

Sous une épaisseur de 26 m. l'eau s'est montrée d'un bleu foncé très pur. L'absorption est telle que la lumière, peu intense, il est vrai, des jours nuageux du mois de décembre ne traversait pas le tube; tout au plus pouvait-on saisir une légère lueur quand la vue s'était reposée au préalable par un séjour dans l'obscurité. Quand le ciel était serein, ou mieux encore quand on se servait de l'éclairage par incandescence, l'observation était plus facile. *On distinguait alors, à l'aide de la lunette, le réticule* (voir plus haut) *avec autant de netteté que si le tube n'avait pas contenu de l'eau, mais, bien entendu, avec beaucoup moins de clarté.*

Cette observation démontre déjà que l'eau distillée ne renferme pas assez de poussières pour altérer sa transparence sur une épaisseur de 26 mètres. Je suis porté même à dire qu'elle ne doit pas renfermer de poussières.

Je me suis assuré ensuite si cette eau, si pure, était

[1] Loc. cit., t. 5, p. 71.

illuminée, c'est-à-dire si elle émettait de la lumière latéralement. A cet effet j'ai pratiqué, dans la gaine de papier noir entourant le tube, des ouvertures permettant de regarder latéralement. La nuit étant close et le bec Auer allumé, on constate que l'eau est en effet illuminée *mais seulement jusqu'à environ* 2 *m. de profondeur* depuis la source lumineuse ; la limite ne peut être précisée. Tout le restant de la colonne liquide, soit donc de 24 à 25 m. était absolument obscur.

Ce fait donne à penser que l'illumination n'a pas pour cause exclusive les poussières suspendues dans l'eau. L'intensité de cette illumination était telle que si elle avait été due véritablement à des corpuscules, l'eau n'eut pu présenter le degré de transparence dont elle jouissait. En outre on ne peut pas supposer que les poussières se seraient concentrées vers la source lumineuse pour produire une illumination superficielle ne gagnant pour ainsi dire pas la profondeur du liquide. Si, à la vérité, Tyndall a montré qu'un éclairage puissant découvre des particules échappant à notre œil dans les conditions ordinaires, on est néanmoins frappé du défaut de rapport du phénomène avec l'épaisseur de la couche traversée : l'illumination est superficielle, elle ne gagne que bien peu la profondeur du liquide. Une autre pensée vient à l'esprit. Les rayons calorifiques de la source lumineuse ont précisément la propriété de ne pas pénétrer bien avant dans l'eau ; on peut donc se demander si l'origine de l'illumination ne doit pas être cherchée dans le *défaut d'homogénéité physique de l'eau provoquée par des inégalités de température?*

Pour vérifier ce point, j'ai introduit, dans le tube vidé et abandonné dans cet état assez longtemps pour que sa

température se trouvât en équilibre avec celle du milieu, de l'eau qui avait séjourné dans une salle chauffée. Le tube était à 4° et l'eau à 16°. Le remplissage ayant eu lieu dans les conditions dites plus haut, j'ai constaté l'*opacité complète de l'eau* : la lumière solaire réfléchie par un mur blanc éprouvait une résistance telle à traverser les 26 m. d'eau qu'elle n'était sensible que pour un œil reposé dans l'obscurité. Mais au bout de quelque temps la clarté se fit de nouveau, et après quelques heures elle reprit sa grandeur primitive.

Comme expérience de contrôle. j'ai vidé le tube le lendemain et j'ai refoulé aussitôt l'eau qui avait alors la même température que le tube et que l'air ambiant : *il n'a pas été possible de constater un défaut de transparence.* Cette expérience a été répétée souvent, et toujours avec le même résultat.

Ces points mettent, je crois, en évidence l'influence exercée par une faible différence de température de l'eau sur la transparence d'une colonne *suffisamment longue.* La lumière incidente ne traverse pas en ligne droite ce milieu hétérogène; elle subit des réflexions et des réfractions en passant d'un point à un autre de densité différente et n'arrive à l'œil de l'observateur qu'après avoir vaincu mille obstacles.

Ce fait étant constaté, j'ai tenu à mesurer ce que l'on pourrait nommer sa *sensibilité,* c'est-à-dire la plus petite différence de température qui doit régner entre l'eau et le milieu ambiant pour que l'opacité se produise. La connaissance de ce *minimum* nous permettra d'apprécier si, dans la nature, les conditions nécessaires pour que les courants de convection remplissent un rôle efficace, se trouvent réalisées ou non.

J'ai donc transformé en *thermomètre* le tube de 26 m. A cet effet j'y ai soudé normalement un tube en verre de 1 m. de long et de 3 millimètres de diamètre intérieur, qui devait servir de vase d'expansion à l'eau remplissant le long tube et permettre, de la sorte, de constater les changements de la température. Il est facile de s'assurer, en tenant compte des dimensions de l'appareil, qu'on avait affaire alors à un thermomètre d'une sensibilité extraordinaire. Le volume du long tube était 4782 cc. à 4° (limite inférieure des expériences) et si $= 0{,}000262$ est le coefficient de dilatation cubique du verre, le volume à 20° (limite supérieure des expériences) sera 4784 cc. D'autre part, le volume de l'eau passant de 1 à 1,001751 depuis 4° jusque 20°, on aura :

$$4782 \times 1{,}001751 = 4790 \text{ cc. à } 20°.$$

La dilatation apparente sera donc :

$$4790 - 4784 = 6 \text{ cc.},$$

qui occupent, dans le tube étroit, une hauteur donnée par :

$$h = \frac{6}{\pi\,(0{,}15)^2} = 849 \text{ millimètres},$$

ou chaque degré de température fournit une course de 849 : 16 = 53 mm. dans le tube étroit. On voit que l'on est en état d'estimer des variations de volume correspondant à des changements de température *moyenne* de un centième de degré.

Ce point étant acquis, on constate l'opacité complète quand on introduit de l'eau à 20° dans le tube placé dans un milieu où régnait une température de 4°. L'opacité dure aussi longtemps que le liquide descend, *par sa con-*

traction dans le tube étroit; elle ne cesse que quand il est arrivé à 30 mm. environ, de son point de stationnement définitif. En ce moment une lueur traverse le tube long, mais la transparence complète ne se rétablit que si l'homogénéité de température est atteinte. Il résulte de cette expérience, que la plus petite différence de température moyenne en état de produire l'opacité du liquide n'est que

$$30 : 53 = 0°,57 \text{ environ.}$$

On conviendra que des différences de cet ordre sont parfaitement possibles dans les eaux naturelles exposées à l'action du soleil ainsi qu'à celle du vent.

Une épaisseur d'eau plus faible ne devra présenter, suivant ce qui précède, une résistance sensible à la lumière que si ses divers points sont à des températures plus différentes. Pour faire cette expérience de contrôle, j'ai monté un appareil entièrement en métal, pouvant être chauffé en des points déterminés, par une rampe à gaz. Il était formé essentiellement d'un tube en zinc de 6 mètres seulement de long et de 3 cm. de diamètre. Ses extrémités étaient fermées par une plaque de métal percée d'une ouverture circulaire de 1 cm., couverte d'un plan de verre. A 1 m. de l'une des extrémités, le tube était interrompu par un bassin également en zinc muni d'une large fenêtre latérale, en verre, pour permettre d'observer éventuellement, l'illumination latérale de l'eau.

L'intérieur de tout l'appareil a été noirci à l'aide de la solution cuivrique servant à écrire en noir sur le zinc, puis rincé à fond et séché. En regardant suivant l'axe du tube ou ne saisissait aucune réflexion de la lumière sur

les parois; le cercle d'entrée de la lumière apparaissait en blanc avec la plus grande netteté. Le tube étant rempli d'eau pure ce cercle apparaissait en bleu clair.

Ces dispositions étant prises, les foyers furent allumés. Presque aussitôt le cercle d'entrée de la lumière perdit ses contours nets, il parut s'élargir. Quelques instants après on ne le distingua plus, bien que la lumière traversât encore le tube et illuminât l'eau dans une plus large section. L'apparence rappelait complètement ce que l'on observe quand un brouillard, ou un nuage, passe devant le soleil : le disque solaire n'est plus visible alors, mais la lumière parvient encore à nous. Une colonne d'eau inégalement chauffée fonctionne donc à l'instar d'un léger brouillard quand son épaisseur est faible, mais à l'instar d'un épais nuage noir quand l'épaisseur est suffisamment grande. Après quelque temps, quand les différences de température furent encore plus accentuées, l'eau fonça de plus en plus et finit par ne plus laisser passer de lumière.

Il n'est cependant pas certain que cette opacité soit due exclusivement au défaut d'homogénéité produit par les différences de température, car elle a lieu lorsque les parties chauffées de l'eau sont à une température telle que les gaz dissous commencent à se dégager en bulles. Quoiqu'il en soit de ce dernier point, l'expérience ne laisse pas en doute le premier : *l'eau parcourue par des courants de convection calorifique a les propriétés d'un milieu trouble.*

Si l'on regarde l'eau latéralement tandis qu'on la chauffe on ne saisit pas toujours son illumination. Cela tient peut-être à ce que les courants de convection ne se produisent pas invariablement aux lieux voulus pour permettre une observation nette. Je n'insisterai donc pas sur ce point.

J'ai examiné aussi la lumière passant par ce tube, au moyen d'un analyseur de Nicol à l'effet de m'assurer si elle s'était polarisée par son jeu sur les courants de convection. Le résultat a été nul. J'aurais dû m'y attendre, car, si la direction des courants de convection est quelconque, c'est-à-dire si elle manque d'orientation définie, la polarisation doit avoir lieu dans tous les plans et par suite la lumière ne pourra être distinguée de la lumière non polarisée.

Ces expériences, malgré leur simplicité, ne laissent pas d'être incommodes ; j'ai donc tenu à leur donner une forme permettant leur contrôle par les moyens dont on dispose dans tous les laboratoires.

Le trouble produit par les courants de convection peut-être constaté, à la rigueur, à l'aide d'un tube en verre de 2^m de long, placé verticalement et fermé en bas par un plan de verre fixé au moyen d'une douille de métal. On l'enveloppe de papier noir et l'on place, sous le bout fermé, une plaque de porcelaine blanche en vue de réfléchir la lumière du jour dans l'axe du tube. Un réticule dont le point de croisement coïncide avec cet axe, est collé sur la porcelaine.

Si l'on remplit le tube d'eau pure, on voit le réticule très nettement, surtout si l'on a soin de supprimer le ménisque de la surface libre de l'eau en appliquant sur l'eau qui déborde, un plan de verre. La couleur de l'eau est d'un bleu tendre. Cette constatation étant faite, on vide le tube et après l'avoir remis dans la position verticale on le remplit *à moitié d'eau chaude* ; on achève le remplissage en y versant de l'eau froide. Il se produit alors un mouvement de convection entre les deux colonnes de liquide par suite de leur différence de densité et le champ du tube

est troublé au point qu'on ne distingue plus de réticule. On n'arrive jamais à l'obscurité, mais on saisit facilement une diminution de transparence du liquide ; celle-ci ne cesse qu'avec le rétablissement de l'homogénéité physique de l'eau.

Au lieu d'eau chaude et d'eau froide on peut faire usage d'eau pure à laquelle on superpose une solution quelconque, plus dense, d'un sel incolore, par exemple de sel marin ou de chlorure de calcium. Les *stries* dues à la convection des deux liquides sont même plus apparentes que dans le premier cas et leur effet plus marqué. Il n'est pas à conseiller de superposer de l'eau et de l'alcool parce que le mélange des deux liquides est accompagné de la formation de bulles de gaz qui empêchent complètement le passage de la lumière.

Conclusions.

Les expériences que je viens de faire connaître prouvent que les courants de convection d'un liquide exercent sur la marche d'un rayon lumineux un effet d'autant plus facile à saisir que la masse du liquide est plus grande. La lumière se réfléchit et se réfracte sur les couches de densité inégale et se diffuse irrégulièrement comme si le liquide renfermait des corpuscules. En un mot, un tel milieu n'a pas le caractère d'un milieu optiquement vide.

Les conséquences de ce fait pour l'illumination des eaux limpides naturelles paraissent évidentes. Un lac d'eau pure pourra nous paraître lumineux, de couleur bleue, sitôt que son eau sera le siège de courants de convection. La présence de corpuscules solides, dont l'existence n'a d'ailleurs jamais été démontrée dans une eau bleue,

n'est pas absolument nécessaire. Ces corpuscules sont exclusifs de la limpidité; ils ont pour effet de faire virer la couleur de l'eau au vert, parce qu'ils absorbent plus facilement les ondes les plus réfrangibles. Si les courants de convection sont plus rares, le lac devra nous paraître de plus en plus sombre bien que rien ne soit changé dans la composition chimique de ses eaux.

Si l'on tient compte de la grande efficacité des courants de convection dans l'altération de la transparence de l'eau, même pour des différences bien faibles de la température, on reconnaîtra que les zones liquides placées à l'ombre d'un nuage ou d'une montagne devront nous apparaître différemment illuminées. Si le vent souffle de façon à contrarier l'échauffement produit par le soleil, le phénomène de l'illumination se modifiera également. Un vent sec, venant du nord ou de l'intérieur des terres, refroidit les eaux en hâtant leur évaporation; il pourra donc produire, après quelque temps d'exercice, un effet semblable à celui d'un abaissement général de la température : il rendra l'eau plus transparente.

Ces conclusions sont conformes à l'observation. « Les « eaux des lacs d'eau douce sont plus transparentes en « hiver qu'en été » nous dit M. le prof. Forel[1]; c'est qu'en été la différence de température de la surface et de la profondeur est plus grande. Par suite de l'agitation due à de nombreuses causes, les couches d'eau de densité différente ne peuvent rester *stratifiées*, l'une au-dessus de l'autre d'une manière régulière ; elle se mêlent et les courants de convection se produisent dans des directions indéfinissables diffusant la lumière dans tous les sens.

[1] *Arch. des sciences phys. et nat.* 1877 t. LIX, p. 137.

M. Forel a observé que « pendant les mois d'été il est « absolument impossible de voir le fond et par suite de « recueillir les objets antiques que l'œil doit aller cher- « cher dans les ruines des cités lacustres, sous trois à « six mètres d'eau ; en hiver au contraire l'eau est géné- « ralement assez transparente pour permettre une pêche « fructueuse. »

Le savant et judicieux observateur suisse a attribué la cause de cette différence de transparence à la circonstance que « l'eau de l'été garderait en suspension un beaucoup « plus grand nombre de poussières que l'eau homogène « et uniformément dense de l'hiver; » chacune des couches retenant en suspension les poussières ayant la même densité qu'elle. Je ne formulerai aucune objection à l'explication proposée par M. Forel bien que l'on puisse se demander si les eaux plus denses de l'hiver ne sont pas plus aptes à retenir les poussières en suspension, mais on reconnaîtra, je pense, à la suite des expériences qui ont fait l'objet de ce travail, que cette explication n'est pas la seule possible. Les phénomènes observés dans l'étude des lacs, comme presque tous les phénomènes naturels, ne sont pas aussi simples qu'on peut être porté à le croire : ils sont la résultante de plusieurs facteurs qui doivent, chacun, être étudiés à part, si l'on veut être en état de comprendre leur ensemble. Il n'entre donc, en aucune façon, dans mes intentions de présenter les faits que j'ai observés, comme exclusifs de ceux qui sont généralement admis ; je désire les signaler seulement comme un complément à nos connaissances sur la question de l'*illumination et de la couleur de l'eau.*

Un mot encore.

Dans son mémoire *sur la polarisation de la lumière de*

l'eau [1]. Soret rappelle que Hagenbach ne regarde pas le phénomène de la polarisation de la lumière de l'eau comme produit par la présence de particules en suspension dans le liquide, mais il pense qu'il pourrait être rapporté à une autre cause, à savoir la réflexion par l'eau elle-même. Toutefois le savant physicien de Genève a combattu cette opinion, aussi bien par des considérations théoriques que par une expérience de vérification restée d'ailleurs sans résultat décisif.

Il a essayé d'altérer l'homogénéité de l'eau, soit en la chauffant, soit en y faisant dissoudre un sel par la superficie mais il n'a pas pu voir « l'illumination se modifier « sensiblement, tout au moins pas plus que par une sim- « ple agitation qui met en mouvement les particules « les plus grossières, ou introduit de petites bulles d'air « dans le liquide. »

Soret ne donne pas les détails de cette expérience, mais il y a tout lieu de supposer que l'insuccès tient à ce que le défaut d'homogénéité n'a pas été produit sur une épaisseur de liquide suffisante. S'il avait opéré sur une colonne d'eau en rapport avec la profondeur à laquelle pénètrent, *pour notre œil*, les rayons solaires dans l'eau limpide, profondeur qui est d'environ 17 mètres dans le lac Léman suivant M. Forel, il eût été certainement dans des conditions plus favorables et il n'eût pas manqué de constater les faits que mes expériences mettent, je crois, hors de doute.

Liège. Institut de chimie générale. 28 janvier 1896.

[1] *Arch. des sciences phys. et nat.*, 1870 t. XXXIX p. 365.

SUR

L'OPACITÉ DU CHARBON

PAR

Ch. DUFOUR, prof. à Morges

On n'a pas perdu le souvenir des magnifiques lueurs crépusculaires qui ont embelli l'hiver 1883-1884. Au premier abord on les a attribuées à des aurores boréales, mais on n'a pas tardé à reconnaître que ce phénomène en différait entièrement et qu'il fallait en chercher l'explication ailleurs.

Alors, on pensa qu'il pouvait être une conséquence de la violente éruption du Krakatoa, dans le détroit de la Sonde, qui avait commencé au mois de mai 1883, était devenue de plus en plus forte pendant les mois de juin, de juillet, et une partie du mois d'août, et qui s'était terminée le 26 août, par cette terrible explosion qui dura plusieurs heures et qui est certainement une des plus fortes que l'on ait jamais observées.

La plus grande partie de l'île de Krakatoa s'enfonça dans la mer et de nouvelles îles surgirent dans le détroit. Ce cataclysme produisit une vague énorme, qui détruisit les villes situées dans le voisinage sur les côtes de Java et de Sumatra, et se propagea à travers tous les océans;

elle fut constatée dans le canal de la Manche, aux Antilles, au cap Horn, etc.

C'est peu après ce grand événement que l'on vit d'abord dans le voisinage de Java, ensuite en Amérique et plus tard en Europe, ces superbes lueurs que l'on admirait le soir et le matin.

Quand on eut reconnu qu'elles n'étaient pas produites par les aurores boréales, on chercha à les expliquer d'une autre manière.

Plusieurs personnes prétendirent qu'elles étaient causées par le passage de la terre dans la queue d'une comète. Mais alors le globe entier y aurait été plongé en quelques minutes, ainsi que cela arriva lors des pluies d'étoiles filantes observées précédemment; tandis qu'il s'écoula plusieurs semaines depuis le moment où on les vit dans le voisinage des îles de la Sonde jusqu'à leur apparition en Europe. En Suisse, elles apparurent pour la première fois le 26 novembre, mais en Angleterre on les avait déjà admirées plusieurs jours auparavant.

Quelques personnes ont essayé de déterminer la hauteur de ces lueurs; je ne sais pas quel moyen elles ont employé. Je l'ai calculée aussi par un procédé que j'ai exposé dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*, numéro du 15 février 1885, et qui consiste à utiliser le moment où ces lueurs devenaient invisibles à l'Ouest. J'ai trouvé 70 kilomètres, et j'ai eu le plaisir de voir que ce résultat se rapprochait beaucoup de celui auquel était arrivé Helmholtz, qui avait trouvé 65 kilomètres, quelques observateurs étaient arrivés à des chiffres qui se rapprochaient de ceux-là, tandis que d'autres trouvaient des résultats sensiblement différents.

Au commencement de décembre 1883, la lune pa-

raissait avoir une couleur verdâtre, couleur que, du reste, on avait déjà remarquée à Batavia au mois de septembre.

Ces lueurs furent splendides pendant le mois de décembre 1883 et janvier 1884 ; elles diminuèrent sensiblement en février ; mais en septembre 1884 elles étaient encore visibles ; et en employant le même procédé de calcul, je trouvai que les substances qui les formaient étaient encore à une hauteur de 61 kilomètres.

Si ce brillant phénomène attira plus spécialement l'attention du public, il ne fut cependant pas le seul qui y ait eu à signaler pendant la fin de l'année 1883 et pendant l'année 1884. D'abord, on remarquait autour du soleil un cercle appelé cercle de Bishop, qui était plus visible sur les montagnes que dans la plaine. Ensuite l'atmosphère avait perdu une partie de sa transparence. Pendant plus d'une année, il était difficile, même aux personnes douées d'une très bonne vue, de distinguer les étoiles de 6e grandeur. Et jamais la lumière zodiacale ne m'a paru aussi faible qu'au printemps de 1884.

On sait que, en général, la lune ne disparaît pas entièrement pendant ses éclipses totales ; elle conserve une lumière d'un rouge sombre qui permet de la distinguer dans le firmament. Cette lumière est causée par l'atmosphère de la terre qui réfracte sur la lune quelques rayons du soleil, ce qui permet de la voir parmi les étoiles. Cependant il arrive quelquefois, mais très rarement, que la lune disparaît pendant ses éclipses totales ; on attribuait ce fait aux nuages de la terre qui interceptaient les rayons du soleil. Je n'ai jamais considéré cette explication comme bonne, car il aurait fallu que ces nuages existassent sur presque toute la circonférence du grand cercle où, en ce

moment, les rayons du soleil étaient tangeants au globe terrestre. Ensuite, les nuages ne vont pas très haut, et au-dessus des nuages il doit y avoir une couche d'air assez épaisse pour produire une réfraction appréciable des rayons du soleil.

Mais, chose extraordinaire, cette disparition si rare de la lune s'est produite deux fois pendant l'année 1884, c'est-à-dire pendant les deux seules éclipses totales de cette année-là. La première, le 10 avril, a été observée dans l'île de Java; là par un ciel parfaitement serein, il était souvent impossible de voir la lune; d'autres fois on parvenait à distinguer quelque chose. Dans tous les cas, il y avait une grande différence avec les éclipses ordinaires. La seconde a été observée le 4 octobre en Europe; ici on pouvait en général distinguer la lune; mais au lieu de lui voir la teinte rouge ordinaire qu'elle a pendant ses éclipses totales, elle paraissait d'un vert grisâtre très faible; de façon que l'on ne savait trop quelle était cette tache, d'un aspect si étrange, que l'on voyait dans le ciel; cette teinte verte rappelait celle que l'on avait remarquée sur la lune au mois de décembre précédent.

Il est probable que ces disparitions de la lune sont dues au trouble qu'il y avait dans l'atmosphère depuis l'automne de 1883, et qui existait jusque dans les hautes régions de l'air.

Il est probable aussi que les disparitions analogues de la lune, observées dans les éclipses totales antérieures, avaient la même cause.

Alors, après que l'on eut reconnu que les lueurs crépusculaires ne pouvaient être attribuées ni à des aurores boréales, ni au passage de la terre dans la queue d'une comète, on pensa qu'elles pouvaient provenir des subs-

tances lancées dans l'air par le Krakatoa, substances qui s'étaient répandues dans toute l'atmosphère et avaient ainsi produit tous les phénomènes extraordinaires de l'année 1884.

J'ai dit que ces lueurs avaient été observées en Amérique et en Angleterre avant qu'elle l'aient été en Suisse. Il est probable, en effet, que ce trouble de l'atmosphère nous est arrivé de l'île de Java, non par l'Inde et l'Arabie, qui seraient cependant le plus court chemin, mais par l'Océan Pacifique et l'Amérique. Et cela pour une cause analogue à celle qui produit les vents alisés. Supposons des débris lancés à une grande hauteur dans les régions équatoriales, et animés de la vitesse de rotation de la terre dans ces régions. S'ils sont entraînés vers les pôles, ils ont une vitesse de l'Ouest à l'Est supérieure à celle des parallèles sur lesquels ils passent. Dans ces conditions ils s'avancent vers l'Est. De cette manière, des débris partis de l'île de Java arriveront en Europe après avoir passés sur les îles Sandwich, l'Amérique et l'Atlantique.

Quand on eut émis cette idée que les lueurs crépusculaires étaient produites par des débris lancés par le Krakatoa, on fit à cette hypothèse l'objection suivante : En évaluant au plus haut chiffre possible le volume des substances que ce volcan peut avoir lancées dans l'air, et en les supposant répandues sur tout le globe, on arrive à une couche tellement mince qu'il est impossible de lui attribuer les lueurs crépusculaires et les autres phénomènes optiques qui les ont accompagnées.

En effet, en supposant que toute la partie disparue du Krakatoa mesurât 20 kilomètres cubes, ce qui paraît exagéré, et en supposant que toute cette substance ait été

réduite en poudre et lancée dans l'air, on trouve que ces 20 kilomètres cubes répandus sur tout le globe formeraient une couche épaisse de $^1/_{25}$ de milimètre, et il semblait impossible qu'une couche aussi mince pût troubler à ce point la transparence de l'air.

En est-on bien sûr?

Plusieurs fois j'ai été étonné de voir à quel point les rayons du soleil étaient affaiblis quand ils avaient traversé la fumée d'un bateau à vapeur, fumée qui cependant représente une couche assez mince de matière solide; mais je n'avais pas attaché grande importance à cette observation, et je n'en avais fait le sujet d'aucun calcul. Je l'ai reprise après l'éruption du Krakatoa. Les 5 et 6 février 1885, par des temps très calmes, je suis allé observer l'étendue du banc de fumée qui s'échappait de deux bateaux à vapeur du lac Léman, le *Dauphin* et le *Simplon*.

J'ai trouvé que, de temps en temps, on jetait sous les chaudières au plus 50 kilogrammes de houille; une partie de cette houille s'en allait en fumée, ce qui formait des nuages dont la surface était au moins de 3000 mètres carrés. Je n'avais alors aucune idée du rapport qu'il y a entre la quantité de houille qui est brûlée et celle qui se perd en fumée. Dès lors, on m'a assuré que parfois la fumée représente seulement le 1 ou le 2 °/₀ de la quantité jetée dans le feu; et que, dans tous les cas, elle ne dépasse pas le 5 °/₀. Comptons le 5 °/₀ et bornons-nous à un nuage de fumée de 3000 mètres carrés, bien que souvent, dès lors, j'aie constaté l'existence de nuages beaucoup plus étendus.

En comptant 1 pour la densité du charbon, on trouve que le nuage de fumée qu'il a formé représente une

plaque qui aurait environ $^1/_{1200}$ de millimètre d'épaisseur. Voilà donc l'épaisseur d'une couche de charbon suffisante pour arrêter, d'une manière très appréciable, les rayons du soleil, et pour troubler la transparence de l'atmosphère.

On sait que si l'on veut observer une éclipse de soleil, il est bon de protéger l'œil par un verre enfumé, que l'on prépare en passant un instant une plaque de verre sur la flamme d'une lampe. J'ai eu l'idée de déterminer l'épaisseur de la couche de charbon ainsi déposée; et pour cela, j'ai prié mon collègue, M. Brunner, professeur de chimie à l'Université de Lausanne, de bien vouloir me prêter le concours de son expérience et de son habileté de praticien. M. Brunner a accepté, et a mis la plus grande obligeance à faciliter mes recherches en préparant lui-même, avec beaucoup de soins, les plaques en verre et en les pesant très exactement. On les passait ensuite sur un bec de gaz, puis on les repesait de nouveau pour apprécier le poids de la couche de charbon déposée. M. Brunner avait pris des plaques de verre longues de 10,7 centimètres et larges de 6,7 centimètres; leur surface était donc de 71,69 centimètres carrés, et leur poids variait de 26 à 29 grammes.

Le 13 décembre 1894, ces plaques furent enfumées, aussi uniformément que possible, en les agitant, un instant, sur un bec de gaz.

La plaque n° 1 fut enfumée légèrement, de façon qu'elle parût très faiblement opaque; la quantité de charbon qui y fut déposée pesait 0,3 de milligramme.

La plaque n° 2 le fut davantage, son opacité était un peu plus prononcée; la couche de charbon pesait 0,5 milligramme.

La plaque n° 3 fut enfumée plus fortement; à travers cette plaque on distinguait encore fort bien les objets terrestres, mais ce n'aurait pas été suffisant pour observer le soleil; le charbon pesait 1 millig.

Enfin, la plaque n° 4 fut encore plus fortement enfumée; en regardant au travers, on ne pouvait plus distinguer les objets terrestres, mais on voyait très bien le disque du soleil sans aucune fatigue pour l'œil. Un verre opaque comme celui-là serait excellent pour observer les éclipses du soleil; la couche de charbon pesait 4,9 millig.

En admettant, avec quelques ouvrages allemands, 1,4 pour la densité de ce charbon, on trouve que l'épaisseur du charbon déposé sur :

			MM.
la plaque	N° 1	de	0,00003
»	» 2	»	0,00005
»	» 3	»	0,00010
»	» 4	»	0,00049

Ou sur :

la plaque	N° 1	$^1/_{33333}$	de millimètre	
»	» 2	$^1/_{20000}$	»	»
»	» 3	$^1/_{10000}$	»	»
»	» 4	$^1/_{2040}$	»	»

Le 30 mai 1895, nous avons repris les expériences précédentes pour rechercher l'épaisseur de charbon qu'il fallait pour arrêter absolument les rayons du soleil. Nous avons pris une plaque de verre n° 5, analogue aux précédentes, et nous l'avons recouverte d'une couche de noir de fumée du poids de 0,0145 grammes ou de 14 $^1/_2$ milligrammes.

Avec cette plaque, ainsi enfumée, le 30 mai 1895, à

3 h. après midi, par un ciel parfaitement clair, nous n'avons pas pu apercevoir la moindre trace du disque du soleil. Une pareille quantité de charbon correspondait à une épaisseur de 0,001445 ou à $^1/_{692}$ de millimètre. S'il y avait dans l'air une couche de charbon de cette épaisseur, nous serions dans l'obscurité absolue.

On pourrait craindre que cette épaisseur soit trop forte, et l'on pourrait supposer que, si l'on avait mis une couche de charbon un peu plus faible, les rayons du soleil auraient également été éteints. Mais il n'en est pas ainsi, car un instant auparavant M. Brunner avait essayé la plaque de verre, il avait pu distinguer avec peine le disque du soleil, il ajouta une très légère couche de charbon et alors le soleil était complètement invisible. Donc $^1/_{692}$ de millimètre est bien la quantité de noir de fumée nécessaire pour éteindre complètement les rayons du soleil.

Pour ces recherches, j'ai été heureux d'obtenir le concours d'un professeur aussi habile et aussi exercé que M. Brunner, d'abord pour manier les excellentes balances du laboratoire de chimie de l'Université de Lausanne, ensuite pour prendre certaines précautions auxquelles j'avoue que je n'aurais pas pensé, croyant que l'erreur qui pouvait en résulter était une quantité négligeable.

En effet, pour des mesures aussi délicates, on ne saurait prendre trop de précautions. Quelquefois, on regrette de ne pas avoir tenu compte de telle ou telle cause perturbatrice qui en définitive, peut fausser le résultat; jamais on ne regrette d'y avoir eu égard lors même qu'à la fin son effet est négligeable.

Ainsi, il pourrait paraître ridicule de tenir compte de la diminution du poids de la plaque de verre par le poids

de l'air déplacé; cependant, à la température de 0° et avec la pression à Lausanne, le 30 mai, ce poids était de 0,01278 gr. Pour une élévation de température de 1°, ce poids diminuait de 0,00004677 grammes, ou en milligrammes de 0,04677. Si entre les deux pesées la température du laboratoire avait varié de 2° ou d'une quantité plus forte, il aurait fallu en tenir compte, l'erreur qui en serait résultée aurait été de l'ordre de grandeur que nous ne pouvions pas négliger; il en aurait été de même si, entre deux pesées, la pression barométrique avait varié de 5 ou 6^{mm}.

On voit donc que l'interposition d'une plaque de charbon de $^1/_{692}$ de millimètre est suffisante pour nous plonger dans une obscurité absolue.

Le 5 avril 1815, le volcan de l'île de Sumbava, près des Célèbes, fit une violente éruption en jetant beaucoup de fumée, de cendres et de laves. Sur un navire qui en était distant de 60 milles, l'obscurité fut telle que, dans l'après-midi, il était impossible de voir la main quand on la plaçait devant les yeux.

Le capitaine du navire en conclut qu'il devait y avoir dans l'air une quantité énorme de cendres et de fumée; il était possible en effet qu'il y en eût beaucoup; mais pour produire cette obscurité, il aurait suffi de l'interposition d'une quantité de matière capable d'arrêter la lumière comme le ferait une lame de charbon épaisse de $^1/_{692}$ de millimètre.

Pour recouvrir le globe entier d'une couche de charbon de pareille épaisseur, ce qui produirait partout les ténèbres les plus profondes, il suffirait de réduire en fumée un prisme de charbon qui aurait pour base un carré de un kilomètre de côté et une hauteur de 737 mètres. Ce ne serait pas même les $^3/_4$ d'un kilomètre cube.

Et pour avoir dans l'atmosphère un trouble pareil à celui de notre plaque n° 1, qui présentait une opacité appréciable, il suffisait d'un prisme pareil au précédent, mais qui aurait seulement 15 m. de hauteur.

Dans le journal *Ciel et Terre*, qui paraît à Bruxelles, année 1892, page 292, il y a un article intitulé l'*Atmosphère de Manchester ;* il y est dit, entre autres, que, dans le voisinage de la ville, on a trouvé 2 tonnes de poussière noire sur 2,5 kilomètres carrés; en adoptant 1,4 pour la densité de cette poussière noire, qui était probablement du noir de fumée, on aurait une épaisseur de $^1/_{1750}$ de millimètre.

Et quant à l'atmosphère de Manchester, il est dit dans cet article:

« En supposant que la quantité de lumière émise en » une heure soit représentée par 20 à Grindelwald » (Suisse), la quantité moyenne émise pendant une pé- » riode de plusieurs jours n'était que de 1,2 à une dis- » tance de 2 kilomètres de la cité de Manchester et 0,8 » dans la cité même. »

Il est très regrettable que le journal ne dise pas quel moyen photométrique a été employé, afin qu'on puisse le discuter et au besoin le vérifier ; mais il semble néanmoins résulter de cette indication que la quantité de lumière répandue à Manchester est beaucoup plus faible que celle de Grindelwald, ce qui n'est pas étonnant, si l'on songe qu'une épaisseur de fumée de $^1/_{20000}$ ou de $^1/_{10000}$ de millimètre, comme il y en avait sur nos plaques n°s 2 et 3 est suffisante pour diminuer la lumière du jour d'une quantité notable, mais que nous n'avons pas pu mesurer.

Il suffirait, en effet, de 10 mètres cubes de fumée pour

recouvrir d'une couche de 0,0001 de millimètre d'épaisseur une surface de 100 kilomètres carrés, ce qui correspondrait non seulement à la ville de Manchester, mais à une partie notable de sa banlieue; et en admettant que dans la combustion de la houille le 2 °/₀ s'échappe en fumée, il suffirait de brûler 500 m³ de houille pour obtenir 10 m³ de fumée. En considérant non seulement les fumées des machines et des usines, mais les feux de toutes les maisons particulières, il est évident que l'on arrive pour une ville telle que Manchester à un chiffre bien plus considérable; ce qui, du moins quand l'air est calme, explique bien suffisamment la diminution de la lumière.

En considérant ainsi la faible épaisseur du charbon qu'il faut pour cela, on s'explique aussi ces journées sombres que l'on a souvent à Londres avec le brouillard, et que l'on n'a pas dans d'autres villes de l'Angleterre, où la consommation du charbon est moins considérable; et qui même est beaucoup plus faible dans les quartiers de Londres où la population est plus clairsemée, et où par conséquent il y a une moins grande production de fumée.

En 1783 et en 1831, on a eu sur toute l'Europe et sur les mers voisines des brouillards secs d'une nature particulière, que l'on a d'abord attribués au passage de la terre dans la queue d'une comète; mais on renonça à cette explication, quand on apprit que ces brouillards n'existaient pas sur tout le globe. On pensa alors qu'ils avaient été produits par la fumée des volcans qui avaient fait de violentes éruptions.

Pour plusieurs personnes cette explication parut inadmissible, car il semblait difficile que la fumée des volcans

ait été suffisante pour troubler la transparence de l'atmosphère sur une étendue qui, en 1783 du moins, fut appréciée à la douzième partie de la surface de la terre.

Cette objection perd sa valeur quand on considère à quel point cette transparence est troublée par de très petites quantités de substances opaques répandues dans l'atmosphère.

Le 14 juillet 1863, le ciel prit à Morges un aspect étrange ; j'en ai fait la description dans le 8e volume du *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, page 213 ; mais comme il est peu de personnes qui ont actuellement ce volume sous la main, il n'est peut-être pas inutile d'extraire de cette communication les lignes suivantes :

« Le 14 juillet 1863, le ciel, un peu vaporeux le matin, l'est devenu de plus en plus pendant la journée. Dans l'après-midi, il faisait ce qu'on appelle un temps lourd ; néanmoins, à Morges, le baromètre est demeuré à peu près à 4 millimètres au-dessus de sa hauteur moyenne ; mais le soleil devenait de moins en moins brillant ; à 6 h. 20 du soir, cet astre, encore à 13 degrés au-dessus de l'horizon, pouvait être comtemplé à l'œil nu ; il paraissait d'un rouge vif entouré d'un mince cercle lumineux.

» En ce moment, de Morges, on distinguait à peine les montagnes de la Savoie, éloignées seulement de 15 à 20 kilomètres, et tous les objets plus éloignés étaient cachés par cette espèce de brouillard. A 6 h. 30, le soleil ne projetait presque aucune ombre ; à 7 h. 15, il n'en projetait plus du tout. Alors son globe lumineux, à une hauteur de 4 $^1/_2$ degrés paraissait d'un rouge de sang, on pouvait le fixer sans aucune fatigne ; plusieurs per-

sonnes ont cru que c'était la lune, ne songeant pas que ce phénomène se passait à l'ouest, c'est-à-dire dans les régions du ciel où la pleine lune ne se trouve jamais le soir.

» Et peu après, quand le soleil disparut derrière les cimes du Jura, il ne paraissait plus que comme un disque dont l'éclat était tellement affaibli qu'il se distinguait à peine, par un faible rouge foncé, des régions voisines du firmament. Le soir, à 9 h. 30 min., on pouvait distinguer les étoiles seulement dans le voisinage du zénith, on apercevait encore Wega, à une hauteur de 71 $^1/_2$°, et Arcturus, à 46°; mais on ne voyait ni Jupiter, à une hauteur de 17°, ni Vénus, à 4°.

» Dès lors, ce singulier phénomène a été visible encore pendant plusieurs jours. Le soleil paraissait sans éclat le matin et le soir, cependant à un moins haut degré que le 14 juillet. Ainsi, cette espèce de fumée dans l'atmosphère diminua peu à peu, et dans les premiers jours d'août elle était devenue presque insensible.

» Les voyageurs qui se trouvaient le 14 juillet sur le Righi virent l'éclat du soleil diminuer graduellement. Cet astre n'apparaissait plus dans le ciel que comme une tache rouge d'une teinte très faible. Puis il disparut, comme s'il s'était couché dans l'air. »

Plus tard, on a appris que ce brouillard avait été observé sur une grande partie de l'Europe, et qu'il avait été précédé de fortes éruptions volcaniques et aussi de la combustion de grandes quantités de tourbe en Allemagne. C'était évidemment un phénomène analogue à celui de 1783, mais d'une étendue plus restreinte, et une nouvelle preuve du haut degré auquel la fumée peut se diluer et altérer encore la transparence de l'atmosphère.

ÉTUDES DE BIOLOGIE FLORALE

DANS LES

ALPES OCCIDENTALES

PAR

John BRIQUET.

GÉNÉRALITÉS.

Nous avons souvent eu l'occasion, au cours de nos herborisations dans les Alpes occidentales, de faire des observations intéressantes sur la biologie des fleurs. Beaucoup de ces observations se sont trouvé faire double emploi avec des descriptions antérieures. D'autres étaient trop incomplètes pour être livrées à l'impression. Enfin, un bon nombre d'entre elles, et non les moins importantes, sont réservées à une publication sur les Alpes maritimes. Après avoir retranché les matériaux que nous venons d'énumérer, il nous est resté des notes détaillées sur 20 espèces inédites [1] au point de vue biologique; ce sont ces notes que nous avons réunies dans les pages qui suivent.

L'intérêt biologique de ces 20 espèces est très inégal. La plupart présentent cependant des particularités cu-

[1] Sauf celles concernant le *Lychnis flos-Jovis*. Voy. plus loin.

rieuses, quelques-unes même très captivantes; telles sont, par exemple, celles que fournit l'histoire de l'*Helianthemum polifolium*.

Aucune des fleurs étudiées n'est réellement anémophile. La plupart sont entomophiles. Leurs relations avec les insectes sont les suivantes.

FLEURS LÉPIDOPTÉROPHILES.

Matthiola valesiaca, *Lychnis flos-Jovis*, *Daphne Cneorum*. Total 3

FLEURS HYMÉNOPTÉROPHILES.

Helianthemum polifolium, *H. canum*, *Cytisus decumbens*, *Anthyllis montana*, *Ononis rotundifolia*, *Astragalus aristatus*, *Onosma vaudense*. Total. 7.

FLEURS DIPTÉROPHILES.

Saxifraga Cotyledon. Total 1.

FLEURS LÉPIDO- ET HYMÉNOPTÉROPHILES.

Vesicaria utriculata. Total 1.

FLEURS LÉPIDO-, HYMÉNO- ET DIPTÉROPHILES.

Hugueninia tanacetifolia, *Aethionema saxatile*, *Iberis saxatilis*, *Geranium rivulare*. Total 4.

FLEURS DIPTÉRO- ET COLÉOPTÉROPHILES.

Aposeris foetida. Total 1.

FLEURS NON ENTOMOPHILES.

Androsace lactea, *A. villosa*, *Daphne alpina*.

Groupées d'après leur organisation, les fleurs étudiées présentent les catégories suivantes.

A. FLEURS DÉPOURVUES DE NECTAR.

a. Pollen non exposé hors de la fleur : *Androsace lactea*, *A. villosa*, *Daphne alpina*.
b. Pollen exposé hors de la fleur : *Helianthemum polifolium*, *H. canum*.

c. Pollen caché, projeté au dehors par un appareil explosif. *Cytisus decumbens.*

B. Fleurs pourvues de nectar.

a. Nectar librement exposé : *Hugueninia tanacetifolia. Saxifraga Cotyledon*
b. Nectar partiellement caché : *Geranium rivulare.*
c. Nectar totalement caché :
   I. Type macrosiphoné : *Matthiola valesiaca, Vesicaria utriculata, Lychnis flos-Jovis, Daphne Cneorum.*
   II. Type microsiphoné : *Iberis saxatilis, Aethionema saxatile.*
   III. Type campanulé : *Onosma vaudense.*
   IV. Type papilionacé : *Anthyllis montana, Ononis rotundifolia, Astragalus aristatus.*

Enfin, au point de vue du mode de pollination, on peut établir les groupements suivants :

Autogamie directe.

Androsace lactea, A. villosa, Daphne alpina.

Autogamie indirecte.

Matthiola valesiaca.

Autogamie directe et indirecte.

Hugueninia tanacetifolia.

Autogamie indirecte et allogamie.

Vesicaria utriculata, Iberis saxatilis, Aethionema saxatile, Helianthemum polifolium, H. canum. Ici peut-être aussi les Papilionacées étudiées dans ce mémoire.

Autogamie directe, indirecte et allogamie.

Vesicaria utriculata, Iberis saxatilis, Aethionema saxatile, Aposeris fœtida, Daphne Cneorum.

Herco-allogamie.

Cytisus decumbens, Anthyllis montana, Ononis rotundifolia, Astragalus aristatus.

DICHO-ALLOGAMIE.

Lychnis flos-Jovis, *Geranium rivulare*, *Saxifraga Cotyledon*, *Onosma vaudense*.

ANDROMONOECIE.

Helianthemum polifolium.

Ces quelques données statistiques épuisées, nous passons directement à la description de l'histoire biologique des espèces.

1. MATTHIOLA VALESIACA Boiss.

Cette rare Crucifère, dont les fleurs ornent à la fin de mai et en juin les rochers de la vallée de St-Nicolas et se retrouvent çà et là plus à l'est (Simplon, vallée de Binn, etc.), est visitée presque exclusivement par les Lépidoptères diurnes, parfois aussi par les bourdons. Elle exige pour livrer son nectar une trompe longue de 8-10 mm., ce qui exclut de fait une foule de Diptères qui sont attirés par le coloris des pétales et qui ne peuvent atteindre les nectarophores ; le diamètre des fleurs atteint 3-3, 5 cm.

Les sépales (fig. 1 A), bien qu'isolés primitivement les uns des autres, forment néanmoins un tube droit et long. Ils sont réunis par leurs marges, au moyen des poils dont ils sont abondamment pourvus extérieurement et qui s'enchevêtrent les uns dans les autres. Les sépales latéraux sont bossus à la base, et la gibbosité fonctionne comme nectarophore. Les sépales antéro-postérieurs sont beaucoup moins bossus à la base et ne contiennent jamais de nectar, ce qui, ainsi que nous allons le voir, est dû à la position des nectaires. Les pétales sont

très nettement différenciés en un long onglet droit, et en un limbe obové étalé. Le limbe, dont les marges sont un peu ondulées, est uniformément coloré en violet sale. Au point où le limbe se contracte et se recourbe pour passer à l'onglet, la couleur violette s'arrête pour céder la place au blanc, et se creuse sur la nervure médiane en une rigole verte. La juxtaposition du violet, du blanc et du vert constitue un nectarosème assez défini. Les onglets concaves sont uniformément verdâtres et lisses sur toute leur longueur; ils forment par leur réunion un tube étroit dont le diamètre atteint 1-1, 5 mm. Les onglets étant plus larges au sommet qu'à la base, ils se recouvrent les uns les autres dans leur partie supérieure ce qui donne à la construction une plus grande solidité. La préfloraison est ou bien tout à fait cochléaire, ou disposée de telle sorte que le pétale supérieur droit recouvre ses deux voisins ; les trois autres ont alors une disposition cochléaire : le supérieur gauche recouvre l'inférieur gauche, lequel recouvre l'inférieur droit.

Lorsqu'on enlève un des pétales latéraux, on aperçoit pendant l'anthèse, au moins le matin, une goutte de nectar qui perle au-dessus du nectarophore entre les bases des onglets des pétales. En supprimant à leur tour les onglets, on voit que ce nectar est secrété par deux nectaires verdâtres, en forme de gros mamelons qui sont placés à gauche et à droite, à la base des petites étamines (fig. 1 B). L'espace qui sépare les grandes étamines étant dépourvu de nectaires, on conçoit pourquoi les sépales antéro-postérieurs sont à peine creusés en nectarophores et ne contiennent jamais de nectar.

Les étamines sont incluses dans le tube formé par les onglets à anthères allongées et introrses. Les petites éta-

mines arrivent à peu près à mi-hauteur, tandis que le sommet des anthères des grandes étamines atteint tout juste l'orifice du tube. Les filets sont verts et graduellement élargis vers la base, ils sont fortement appuyés contre le tube des onglets, si fortement même, que lorsqu'on enlève avec un scalpel ce tube, les étamines s'écartent immédiatement les unes des autres et ont une tendance à s'étaler. Les étamines antéro-postérieures sont rapprochées par leurs anthères; ces dernières, à sacs très allongés, s'accolent souvent ou même se croisent, détails de positions qui sont variables d'une fleur à l'autre.

Au moment de l'émission du pollen, le pistil est à la hauteur des courtes étamines, mais les stigmates ne sont jamais en contact avec ces dernières dont elles sont séparées par la largeur des filets des longues étamines. Ces dernières dépassent de beaucoup le stigmate. Les papillons qui butinent le nectar du *Matthiola* frottent régulièrement leur trompe contre les anthères, vu la position que celles-ci occupent contre les parois du tube. Il est fort possible qu'en allant d'une fleur à l'autre, ces insectes produisent accidentellement une pollination croisée, mais il est infiniment plus probable que la pollination est normalement directe. Tout à fait à la fin de l'anthèse, le pistil s'allonge et, en passant entre les grandes étamines, se barbouille parfois du pollen qui est resté accroché aux anthères flétries; mais à ce moment-là, la fécondation a déjà eu lieu. On peut donc dire que chez le *M. valesiaca* la visite des insectes est d'un grand secours pour la pollination, mais que cette dernière est très probablement généralement directe. Le pistil est pourvu au sommet de deux lobes stigmatiques papilleux.

2. Vesicaria utriculata L.

Cette race Crucifère, que l'on trouve en petite quantité au printemps en Bas-Valais sur les rochers autour de la cascade de Pissevache, attire de loin l'attention par ses grappes de grandes fleurs d'un beau jaune. Ces dernières sont visitées par des Hyménoptères et des Lépidoptères. On voit bien de temps en temps des mouches se poser sur les corolles, mais elles ne peuvent atteindre le nectar.

Les sépales sont lisses sur les deux faces et tournent leur concavité vers l'intérieur ; leurs bords se recouvrent pendant l'anthèse, de façon à constituer un tube étroit. Les sépales latéraux sont plus longs que les autres et creusés à la base en une fossette nectarifère. La corolle dépourvue de nectarosème voit son éclat renforcé par le fait que, pendant l'anthèse, le calice tend à prendre la même couleur qu'elle ; elle offre un diamètre de 1,5 cm. Les pétales sont différenciés en onglets étroits et allongés, concaves, à concavité tournée vers l'intérieur, et en limbes obovés, à marges arrondies. Par leur réunion, les onglets forment un tube de 1-1,5^{mm} de diamètre.

Si on pratique l'ablation des sépales latéraux (fig. 2), on constate, comme dans l'espèce précédente, à droite et à gauche des étamines latérales, à la base, deux nectaires sous la forme de mamelons verdâtres. Il y a donc de nouveau 4 nectaires. Seulement ici, les nectaires sont beaucoup plus saillants ; ils ont la forme de petites cornes qui dépassent les onglets des pétales et viennent faire légèrement saillie au-dessus des nectarophores. Il n'y a aucune formation de nectaires au-dessus des sépales antéro-postérieurs qui sont aussi beaucoup plus faiblement creusés à la base.

Le *Vesicaria* offre cette particularité intéressante que son androcée n'est pas toujours tétradyname : les deux étamines latérales sont parfois aussi longues que les antéro-postérieures. Toutes les anthères sont portées par de longs filets jaunâtres[1] ; elles sont introrses. Ici encore les étamines sont fortement appuyées contre le tube des onglets, et s'écartent les unes des autres quand on supprime le dit tube. C'est surtout le cas pour les étamines latérales qui vers le milieu de l'anthèse déjà, font saillie extérieurement en écartant les onglets des pétales et même les sépales. Les anthères et le sommet du pistil forment un massif inséré juste à l'entrée du tube et en obstruent complètement l'entrée. Les deux lobes stigmatifères du style dépassent légèrement le sommet des anthères au moment où ces dernières s'ouvrent pour émettre leur pollen. Pendant l'anthèse, cette différence s'exagère de plus en plus. De sorte qu'en l'absence des insectes visiteurs l'autopollination n'est dans la règle pas possible. Quand les insectes butinent la fleur, ce qui est normal, le dispositif avec pistil dépassant les étamines peut entraîner aussi bien la pollination croisée que l'autopollination.

3. Hugueninia tanacetifolia Reichb.

En Suisse, cette élégante Crucifère ne se trouve guère que dans la vallée du Grand St-Bernard ; on la rencontre plus près de Genève dans la chaîne du Mont-Blanc

[1] Koch, *Sinopsis fl. germ. et helv.* ed., 3 p. 53, et après lui divers auteurs, indique que les filets sont munis à la base d'une dent à leur face interne. Il n'existe rien de semblable dans le *V. utriculata.* Ces dents existent au contraire dans le genre voisin *Aubrietia.*

au-dessous du glacier du Tré la Tête. Dans ces stations, l'*Hugueninia* est visité par des insectes appartenant à toutes les catégories: mouches, guêpes, abeilles, papillons, etc., ce qui s'accorde bien avec les besoins d'une plante qui monte jusqu'à d'assez grandes altitudes (2000 mètres et plus).

Dans la fleur de l'*Hugueninia*, le calice et la corolle sont tous les deux jaunes. Le diamètre de la corolle étant d'environ 5^{mm}, les fleurs attirent moins le regard par les dimensions et le coloris de chacune d'elles, que par l'effet collectif produit au moyen des grappes rassemblées en massifs.

Les 4 sépales sont courts et complètement étalés (fig. 3 A); il n'y a aucune formation d'un tube. On ne constate pas davantage de fossette nectarifère, ni aucune des différenciations signalées dans les espèces précédentes. Cependant une légère différence dans la manière d'être des 4 sépales, qui échappe facilement au premier examen décèle encore une relation entre ceux-ci et les nectaires. En effet, les sépales sont creusés en gouttière ou même un peu en carène. Or, tandis que pendant l'anthèse, les sépales antéro-postérieurs sont étalés, défléchis, les sépales latéraux sont redressés contre les étamines courtes. Un examen soigné de celles-ci montre que leur base est pourvue à droite et à gauche de deux nectaires, sous la forme de très petits mamelons verdâtres. Nous avons pu nous convaincre que ces nectaires fonctionnent, pendant le matin au moins. Les sépales latéraux fonctionnent à la fois comme protecteurs et comme collecteurs du nectar.

Les étamines ont des filets raides et droits qui divergent à partir de la base du pistil; elles sont jaunes. Le pistil s'élève droit sous la forme d'une colonne verdâtre

rétrécie au sommet et brusquement terminée par une tête grisâtre couverte de papilles stigmatiques (fig. 3 B). Les anthères présentent une disposition qui était déjà un peu marquée dans l'espèce précédente, mais qui ici est très accusée : elles ne sont ni externes, ni internes, mais horizontales, à fente de déhiscence perpendiculaire à la direction des filets staminaux.

Autant que nous avons pu le remarquer, la maturité du pistil est synchronique avec celle des anthères, de sorte que l'autopollination peut avoir lieu. Ce qui semblerait indiquer que le vent ou de simples mouvements d'air peuvent contribuer à la pollination, c'est le fait que les pétales ne sont pas différenciés en onglet et en limbe, ne forment pas de tube, s'étalent circulairement autour des organes sexuels qui font fortement saillie à l'extérieur et sont rassemblés en riches inflorescences. Mais d'autre part, la sécrétion de nectar et l'émission d'une odeur de miel assez forte et agréable, ainsi que les visites dûment constatées d'insectes variés prouvent que ceux-ci jouent un rôle actif dans la pollination. D'après ce que nous venons de voir, c'est la pollination directe qui sera le résultat le plus fréquent de la visite des insectes butinateurs.

4. Iberis saxatilis L.

Quoique son aire de dispersion soit méditerranéenne, cette plante possède cependant quelques colonies isolées plus au nord qui nous renseignent sur son extension pendant la période xérothermique. C'est grâce à cette circonstance que les botanistes suisses ont l'occasion d'étudier l'*I. saxatilis* sur plusieurs points du Jura septentrional, où il fleurit sur les rochers au commencement

de mai. On peut facilement le cultiver sur des rocailles dans les jardins.

Les fleurs blanches groupées au sommet des tiges forment des touffes visibles de loin. Elles constituent des grappes corymbiformes qui s'allongent à la maturité. Les sépales sont dans toutes les fleurs de l'inflorescence étalés, un peu concaves, à concavité tournée vers l'intérieur, sans qu'il y ait différenciation d'une fossette nectarifère, ni formation d'un tube à aucun degré. La corolle est entièrement zygomorphe, à plan de symétrie antéro-postérieur : les deux pétales antérieurs sont très allongés, les deux postérieurs sont très courts. A cette particularité se joint celle d'un hétéromorphisme très prononcé des fleurs d'un même corymbe. Les fleurs du centre (fig. 4 C) ont des corolles petites et à zygomorphisme médiocre; à mesure que l'on se rapproche de la périphérie du corymbe les fleurs deviennent plus grandes et à zygomorphisme très prononcé. Les fleurs périphériques (fig. 4 B) sont deux fois plus grandes que celles du centre, et à pétales antérieurs deux ou trois fois plus grands que les postérieurs; le diamètre des corolles périphériques suivant l'axe de symétrie atteint 5 mm. Les pétales sont uniformément blancs et dépourvus de nectarosème ; ils sont différenciés en un court onglet verdâtre et en un grand limbe oblong ou obové. Dans les fleurs du centre, dont les pédicelles s'écartent peu de la direction de l'axe, tous les pétales sont recourbés au sommet de l'onglet pour placer les limbes dans une position horizontale. A mesure que les fleurs sont plus périphériques, la différence entre la courbure des pétales antérieurs et celle des pétales postérieurs s'accentue : les premiers sont plus courbés que les seconds. Enfin dans les fleurs du bord du corymbe les

pétales antérieurs sont étalés et plans, tandis que les postérieurs sont complètement recourbés en arrière. De cette manière, malgré l'écart presque perpendiculaire que les pédicelles font avec l'axe, le plan dans lequel les limbes sont placés est exactement situé sur le prolongement de celui des fleurs plus centrales. Le corymbe entier présente alors une surface régulièrement convexe sur laquelle les mouches, les guêpes, les abeilles et les papillons se meuvent sans peine, comme sur l'ombelle d'une Ombellifère.

Toutes les fleurs possèdent quatre nectaires qui apparaissent sous la forme de petits mamelons verts, à la base des petites étamines. Les organes génitaux dépassent un peu le canal très court formé par les onglets. Les anthères des étamines postérieures sont un peu plus petites que celles des étamines antérieures et latérales; ces dernières sont un peu écartées des autres entre les limbes des pétales. Au début, toutes les étamines sont jaunes, le style est verdâtre placé au-dessous des anthères, celles-ci nettement introrses. Mais au moment de l'émission du pollen, il n'y a pas de contact entre les étamines et le pistil d'une même fleur pour les deux raisons suivantes (fig. 4A). 1° Les deux étamines latérales sont écartées entre les limbes des pétales. 2° Les anthères des étamines antéro-postérieures se tournent vers l'extérieur de façon à placer leur profil et non leurs lignes de déhiscence du côté du pistil. Les fleurs ont donc besoin de l'aide des insectes (Hyménoptères, Diptères) pour être pollinées; le résultat de cette intervention donne pêle-mêle une pollination croisée et une autopollination : la réalisation de l'un ou de l'autre des deux modes dépend entièrement du hasard des mouvements de l'insecte.

Au moment de la pollination, les filets et le pistil prennent une couleur violette foncée, tandis que les anthères et la tête stigmatifère du pistil restent jaunâtres. La maturation du pistil et des anthères nous a paru être synchronique. La fécondation achevée, le style s'allonge et passe entre les anthères antéro-postérieures. Ce passage, nous l'avons examiné dans un grand nombre de fleurs, pour voir si la tête du pistil ne récolterait pas des grains de pollen attardés sur les anthères, mais avec un résultat complètement négatif. Nous ne croyons donc pas que l'allongement tardif du style joue aucun rôle dans la pollination. Les anthères sont facilement et rapidement caduques dans l'ordre suivant : d'abord les postérieures, puis les antérieures, enfin les latérales.

5. Aethionema saxatile Linn.

Nous avons rencontré l'*Aethionema* dans une série de localités du Jura méridional (Mont Vuache, Val de Fier, etc.), où il fleurit en mai et est visité par des mouches et de petits Coléoptères.

Les fleurs très petites attirent l'attention au moment de l'anthèse, par le fait qu'elles sont rassemblées en grappes terminales.

Les sépales sont ovés, verts, glabres, bordés de blanc au sommet; ils sont redressés contre les pétales, sans cependant former un tube.

Les sépales latéraux sont creusés à la base en une fossette nectarifère. Les pétales, rapprochés par paires à droite et à gauche du plan médian de la fleur, sans avoir d'onglets bien nets, sont cependant différenciés en deux parties distinctes (fig. 5 A). Les parties inférieures sont

erigées et blanches : leur réunion constitue une sorte de tube. assez court il est vrai (1, 2^{mm}) qui enveloppe les organes génitaux. La partie supérieure est étalée en limbe souvent un peu concave et pourvue d'un nectarosème. Ce nectarosème de forme assez constante, consiste en un dessin rose foncé sur rose clair. De la base du limbe partent deux lignes divergentes souvent bifurquées au sommet et qui n'atteignent pas les marges. Les bords sont ornés de deux lignes moins nettes.

Les quatre grandes étamines sont étroitement appliquées contre les pans des pétales (fig. 5 B); leurs anthères sont introrses; leurs filets sont soudés à la base. Les deux petites étamines, au contraire, dont on voit poindre les anthères entre les limbes des pétales, ont un filet très arqué, dont la partie courte passe latéralement entre les pans des pétales et vient surgir dans la concavité des sépales latéraux. A la base des filets de ces courtes étamines se trouvent deux nectaires, faiblement différenciés morphologiquement, mais fonctionnant très bien pendant toute la durée de l'anthèse.

Au début, le stigmate est situé au-dessous des étamines. Au fur et à mesure que les pétales blanchissent et que les nectarosèmes s'effacent, le style grandit et dépasse les étamines.

La pollination est souvent directe, non pas parce que le pollen touche les stigmates, car les anthères en sont écartées et en s'allongeant le stigmate ne se porte pas non plus contre elles, mais par le fait des insectes qui ne peuvent guère par leurs mouvements que mettre en contact le pollen d'une fleur avec son propre stigmate ; accidentellement la pollination pourra être aussi croisée.

6. Helianthemum polifolium DC.

La fleur de l'*H. polifolium* est une des plus curieuses, aux points de vue physiologique et biologique, que l'on puisse étudier dans les limites de notre flore. Elle présente en effet, d'une façon accentuée, deux phénomènes qui ont été remarqués depuis longtemps déjà par les biologistes : l'irritabilité des étamines et les mouvements de fermeture qu'exécute le calice, soit pendant l'anthèse sous l'action de la lumière, soit d'une façon définitive après l'anthèse.

L'irritabilité des étamines a été découverte chez une espèce voisine, l'*H. Chamaecistus* Mill. (*H. vulgare* Gærtn.) déjà en 1717 par Vaillant [1]. Depuis lors plusieurs observateurs anciens tels que Duhamel, Desfontaines, Medikus, Roeper et Meyen, ont fait de cette propriété l'objet de divers écrits dans lesquels l'ivraie est fortement mêlée au bon grain. On trouvera de bons résumés de ces anciennes observations dans les articles de Medikus [2] et de Meyen [3]. Il est assez curieux que, à partir de Meyen, on ait presque complètement abandonné l'étude de ce phénomène. Le seul point nouveau qui ait été acquis depuis lors, c'est que les mouvements exécutés par les étamines peuvent être produits en irritant n'importe quelle partie du filet : c'est du moins parmi les plantes de cette catégorie que

[1] Vaillant, *Sermo de structura florum, horum differentia usuque partium eos constituentium*, etc. Lugduni Batavorum, ann. 1718.

[2] Medikus, *Von der Neigung der Pflanzen sich zu begatten (Pflanzenphysiologische Abhandlungen*, t. I. Leipzig, 1803).

[3] Meyen, *Neues System der Pflanzenphysiologie*, t. III, p. 507-509 (ann. 1839).

M. Hansgirg classe les hélianthèmes [1]. Cette lacune nous a engagé à consigner ici les observations que nous avons faites sur l'*H. polifolium* [2]. Cette plante est abondante au mois de mai au Mont Vuache, sur le revers W., et au Val de Fier, où on peut l'étudier commodément; elle a du reste été transportée sur les rocailles du jardin botanique de Genève, de sorte que pendant plusieurs mois [3] nous l'avions journellement sous la main.

La corolle blanche et délicate (fig. 6 A), un peu froissée, est agitée par le moindre souffle de vent; les pétales sont colorées en jaune-citron à la base. Sensible aux changements de lumière, la fleur de l'*H. polifolium* se ferme au passage d'un nuage sur le soleil, si la durée du passage est un peu prolongée. Mais elle s'ouvre de nouveau graduellement si on maintient l'ombre pendant trop longtemps, au moyen d'un écran par exemple. Les pétales ne jouent pas de rôle dans ce mouvement, mais bien les sépales. Aussi, comme la corolle compte un plus grand nombre de pièces que le calice [4], celle-ci présente-t-elle des limbes pliés, à convexités tournées vers le centre de la fleur.

[1] Hansgirg, *Physiologische und phytophykologische Untersuchungen*, p. 142. Prag 1893.

[2] M. Heckel (*Du mouvement végétal.* Paris 1875) ne donne aucun détail nouveau sur l'irritabilité des étamines dans le genre *Helianthemum*. Il mentionne bien les anciennes recherches de Vaillant (p. 141) mais ne cite même pas les travaux plus connus de Medikus, Meyen et Rœper.

[3] Dans nos cultures, la floraison se prolonge jusqu'à la fin de juin et commence déjà en avril.

[4] Vaucher (*Histoire physiologique des plantes d'Europe*, t I, p. 302) a le premier indiqué que seuls les trois grands sépales participent à ces mouvements. H. Müller (*Alpenblumen*, p. 160) a montré que les pétales étaient inactifs dans la fermeture des fleurs d'*Helianthemum*.

Avant l'émission du pollen, les nombreuses étamines sont ramassées en un faisceau qui entoure étroitement le pistil. Celui-ci est constitué par un style vert assez long, arqué, terminé par un stigmate massif. Les anthères sont introrses et à la hauteur du stigmate. Les filets staminaux grêles et droits, sont insérés sur un torus un peu renflé chez lequel nous n'avons pu constater aucune sécrétion nectarienne.

Au moment de l'émission du pollen, les anthères changent presque toutes de position : elles deviennent mi-extrorses ou complètement extrorses. Le style s'est un peu allongé; le stigmate domine maintenant de 0,5-0,7^{mm} le sommet des anthères qui l'entourent. En temps ordinaire, l'auto-pollination directe est donc exclue.

C'est ici le lieu de mentionner l'irritabilité des étamines. Cette irritabilité ne se manifeste pas chez les jeunes étamines encore incluses dans les boutons, mais elle devient évidente au moment où la corolle s'étale, et persiste pendant toute l'anthèse.

Bien plus, alors même que la corolle est tombée et que le calice s'est refermé sur les étamines à anthères plus ou moins desséchées, l'irritabilité peut encore être constatée. L'irritabilité est localisée sur les filets, mais elle est égale sur toute la surface de ceux-ci. Elle se manifeste non seulement au contact d'un corps solide, mais encore au contact d'un liquide. Cependant, dans le cas de gouttes de pluie qui déplacent les filets ou les écartent, il n'est pas facile de décider toujours si l'action de la goutte est purement mécanique ou si le filet par son irritabilité propre a contribué à l'exécution du mouvement. Duhamel et Medikus admettent que chez l'*H. Chamaecistus* (*vulgare*) l'action du vent peut déterminer des mouvements et même

qu'il suffit d'un courant d'air très faible pour obtenir ce résultat. Nos observations sur l'*H. polifolium* ne confirment pas entièrement ces dernières données. On peut faire agir un courant d'air sur les étamines, sans qu'elles exécutent de mouvement. On peut même les agiter modérément à condition que les pétales ne viennent pas heurter les étamines. Sous l'action du choc des pétales, il se produit alors un mouvement immédiat. Sans vouloir nier chez d'autres espèces l'existence d'une irritabilité vis-à-vis des courants d'air faibles, nous concluons que chez l'*H. polifolium* l'irritabilité n'existe que vis-à-vis des corps solides, des liquides et d'un courant d'air brusque et assez violent pour ébranler les filets.

Le mouvement exécuté par l'étamine consiste dans la translation de l'anthère de la position voisine de la verticale qu'elle occupe, jusque près des pétales dans une position voisine de l'horizontale. Parfois l'anthère est même mise en contact avec une limbe corollaire. Le rayon de l'arc décrit par l'anthère est occupé par le filet qui ne se courbe qu'à sa base; la valeur de cet arc varie suivant la position des étamines de 45° à 90° (fig. 6C). Le mouvement commence à se manifester environ une seconde après l'effleurement et dure, suivant les cas, de 1 à 5 secondes, rarement 10 secondes ou plus. La position acquise n'est pas définitive. Au bout d'environ 15 minutes, l'étamine exécute lentement le même mouvement en sens inverse et regagne dans l'espace de 30-90 minutes la position qu'elle occupait primitivement. Une même étamine peut être irritée et répondre par un mouvement à l'irritation plusieurs fois par jour.

Nous avons toutefois remarqué, que après deux à trois mouvements, l'irritabilité devient moins délicate et ne

se manifeste que par des oscillations anthérienne d'une amplitude beaucoup plus faible.

Ces données modifient considérablement les indications des auteurs sur les mouvements des étamines. Il est vrai que leurs observations ont été faites sur l'*H. Chamæcistus (vulgare)*, mais cette espèce, ainsi que nous l'ont montré des expériences comparatives, ne se comporte pas différemment de l'*H. polifolium* à cet égard.

Rœper assure qu'après avoir exécuté le mouvement d'écartement de l'axe, les étamines deviennent insensibles et conservent indéfiniment leur nouvelle position [1]. Medikus prétend au contraire qu'après s'être lentement écartées de la position verticale, les étamines y reviennent subitement et avec une telle force qu'elles compriment le stigmate et le pollinent [2].

C'est certainement Rœper qui est le plus exact des deux observateurs ; s'il avait gardé une fleur en observation pendant une demi-heure après l'avoir irritée, il aurait vu ses étamines se rapprocher lentement et graduellement de la position primitive. Jamais, dans aucun cas, nous n'avons été témoin du second mouvement rapide qu'indique Medikus.

Ce dernier auteur assure aussi que les mouvements sont visibles le matin seulement et font complètement défaut le soir. Ces indications horaires sont un peu vagues. Pour nous, les mouvements s'exécutent le soir comme le matin, à condition qu'il fasse encore plein jour et que la température et la turgescence soient suffisantes.

Les mouvements s'exécutent avec le plus d'amplitude

[1] Rœper, dans A.-P. de Candolle, *Physiologie végétale*, II, p. 72, éd. allemande, ann. 1835.

[2] Medikus, l. c.

et d'élégance par une température de 18-25° C. et par un temps sec. Une sécheresse trop prolongée et des pluies continues sont également défavorables à l'exécution des mouvements staminaux. Il n'est pas exact de dire avec Medikus et Meyen que l'irritabilité est maximale par un « temps frais [1]. »

Si l'on essaie de se faire une idée des causes du mouvement de l'étamine d'après les faits relatés ci-dessus on arrivera aux conclusions suivantes : La rapidité très grande du mouvement empêche complètement l'intervention de la croissance comme cause efficiente. Il y a évidemment un changement presque instantané dans les conditions d'équilibre de la turgescence qui donnent au filet sa position érigée. La seule explication plausible du mouvement consiste à admettre qu'il y a, dans la région qui devient concave, un raccourcissement dû à une sortie d'eau hors des cellules dans les méats intercellulaires. Cette sortie d'eau diminue la turgescence des cellules du côté concave, tandis que la tension positive du côté convexe entraîne la courbure du filet. Ce qui vient à l'appui de cette explication, c'est qu'au moment où l'on irrite le filet, on voit souvent l'anthère s'agiter brusquement, comme s'agiterait la cime d'un arbre dont on secoue la base.

[1] Meyen dit (l. c.) : « Bei der Kühlung sind diese Blüthen am reizbarsten. » Les termes vagues employés par ces auteurs ont grandement besoin de commentaire. L'exemple cité par Medikus du chaud mois de juin 1773, pendant lequel l'irritabilité fut suspendue pour reprendre le 30 de ce mois après une pluie violente fait comprendre qu'il s'agissait là, non pas d'une chaleur excessive, mais d'un manque d'eau. Au jardin botanique de Genève et au Vuache, même pendant les grandes chaleurs, l'irritabilité n'est jamais suspendue, pourvu que le sol ait été convenablement arrosé et que les fleurs ne perdent pas leur turgescence.

Cette secousse est évidemment en relation avec un brusque changement dans la turgescence du filet, au point où la courbure s'opère.

Si notre théorie est vraie, on comprend aisément pourquoi une sécheresse et une forte humidité prolongées nuisent à l'exécution des mouvements. Il est évident, en effet, que si les méats intercellulaires sont pleins d'eau, une sortie de liquide hors des cellules ne pourra s'effectuer qu'avec peine, et, en tout cas, sur une moins grande échelle que quand les méats sont dégagés et pleins d'air. Inversement, si la sécheresse a réduit la turgescence au point que les parois cellulaires deviennent flasques, il est clair que les mouvements ne pourront plus s'exécuter.

Quelques détails sur la structure histologique de l'étamine donneront du corps à notre théorie et permettront de se rendre compte de la façon dont s'opère la courbure.

Les loges anthériennes ont un épiderme à cellules vides et à parois pourvues d'épaississements spiralés, ce qui explique que cette couche ne puisse être le siège de l'irritabilité. Les filets, en revanche, sont pourvus d'un épiderme à cellules de section plus ou moins carrée, formant des rectangles allongés dans le sens de l'axe, et à parois externes un peu bombées extérieurement. Ces cellules sont pourvues d'une très mince cuticule ; elles ne sont pas interrompues par des stomates; vers le sommet du filet, elles sont nettement saillantes sous la forme de papilles. La base des filets est entourée de quelques poils hyalins, ordinairement unicellulaires, coniques, à parois minces, à cuticule dépourvue de perles. La torsion des filets qui rend les anthères extrorses s'opère immédiatement au-dessous des anthères, où l'on voit les files des cellules

contournées. Sous l'épiderme se trouve une écorce à cellules parenchymateuses, de même forme que les cellules épidermiques, à parois longitudinales plus épaisses que les transversales. Ces cellules, dont le suc cellulaire, ainsi que celui des éléments épidermiques est coloré en jaune pâle, ont de gros noyaux très saillants et sont à peu près dépourvues de chloroplastes. L'écorce est parcourue par des méats aérifères longitudinaux dont on aperçoit facilement les contours noirs quand on examine les filets dans l'eau. L'épaisseur des parois cellulaires va en diminuant de la périphérie au centre, ainsi que cela doit être pour des cylindres rigides comme le sont les filets. Au centre du filet se trouve un faisceau libéro-ligneux très grêle, composé de 2-4 trachées spiralées, 1-2 tubes criblés et quelques cellules parenchymateuses tendres. Les cellules qui touchent au faisceau ne sont pas accompagnées de méats intercellulaires.

Ce qui distingue les étamines de l'*H. polifolium* de beaucoup d'autres étamines irritables, c'est que l'irritabilité n'est pas nécessairement localisée au point où se trouve le siège du mouvement, c'est-à-dire, dans le cas particulier, au point où la courbure s'opère. *Il peut donc y avoir transmission de l'irritation du point irrité jusqu'au lieu de la courbure.* Ce fait, affirmé avec raison par M. Hansgirg contrairement à Medikus et Meyen soulève naturellement le problème de savoir si cette transmission s'opère par un mode d'organisation déterminé. La question a été résolue par la découverte que nous avons faite de *communications* entre les cellules corticales *au moyen de fins filaments de protoplasme.* Ces filaments sont assez nombreux sur les parois transversales des cellules; sur les parois longitudinales, les communications

sont moins nettes et moins nombreuses (fig. 6 F). Pour mettre ces communications en évidence, il convient de fixer le contenu des cellules avec de l'alcool et de l'acide acétique, puis avec de l'alcool seul et de plus en plus concentré. On gonfle avec SO_4H_2 dilué et on colore ensuite avec du bleu d'aniline ou du brun de Bismarck. C'est ce dernier colorant qui nous a donné les résultats les plus nets.

Nous avons dit que le filet se courbait à sa base. D'une façon plus exacte, cette courbure a lieu un peu au-dessus de la base et sur une longueur d'environ 0,5 mm. Or, si on examine un filet après la courbure, on constatera régulièrement que les méats intercellulaires à la partie inférieure du filet sont remplis d'eau, tandis que vers le haut, ces mêmes méats contiennent de l'air.

Nous croyons donc pouvoir maintenir, en nous basant sur toutes ces observations, notre explication du début, à savoir *que la courbure des filets est due à une sortie d'eau sur le côté concave; l'eau passe dans les méats et la différence entre le turgescence des cellules du côté convexe et celle des cellules du côté concave devient immédiatement considérable.*

Mais que se passe-t-il dans les cellules au moment de la sortie de l'eau ? De deux choses l'une : ou bien l'utricule primordial devient subitement perméable à l'eau sous l'action de l'irritation ; ou bien il se contracte lui-même en forçant le suc cellulaire à diffuser au dehors. Laquelle de ces deux alternatives est-ce que l'*H. polifolium* réalise ? Enfin, quels sont les processus concomitants de ces divers phénomènes dans la membrane? Ce sont là des questions auxquelles il est difficile de répondre, et dont la solution sera toujours rendue compliquée par la petitesse des objets sur lesquels on expérimente.

Le protoplasme, si aisément irritable au contact des corps solides, est en tout cas singulièrement résistant à l'action des anesthésiques. Nous avons vu persister l'irritabilité des étamines à une température de 28-32°, en présence de vapeurs de chloroforme, pendant 2-3 heures de temps, à plusieurs reprises. Si on active l'émission des vapeurs, en faisant chauffer le chloroforme dans une éprouvette, on peut arriver à suspendre l'irritabilité au bout de 20-25 minutes. Nous avons obtenu des résultats plus rapides et plus nets avec des vapeurs d'éther. Si l'action a été suffisamment vive, la fleur se ferme complètement, mais elle ne se rouvre habituellement pas, et peu après les pétales tombent. Il y a du reste, au point de vue de la façon dont les fleurs se comportent en présence des anesthésiques, de très grandes différences individuelles.

Les anciens auteurs se sont déjà préoccupés du rôle biologique que pouvait éventuellement jouer l'irritabilité des étamines. Mais ce que disent Medikus et Meyen de cette question devait forcément être inexact, car ces auteurs se basent sur le fait (controuvé) que les étamines après s'être écartées du pistil, reviennent immédiatement avec force contre lui et appliquent leurs anthères contre le stigmate. L'irritabilité et les mouvements consécutifs ne seraient donc qu'un moyen ingénieux pour arriver à l'autopollination. Meyen va même jusqu'à penser que le double mouvement qui précède l'accolement des anthères et du stigmate sert surtout à secouer les anthères dont la déhiscence est ainsi achevée [1].

Une observation attentive de l'*H. polifolium*, prolongée journellement pendant deux mois a fini par jeter quelque

[1] Meyen, l. c. p. 509.

jour sur cette question délicate, tout en nous amenant à conclure qu'il n'y avait pas une relation très étroite entre irritabilité et la pollination.

Voici les résultats que nous avons obtenus. L'*H. polifolium* est visité par des bourdons (et des abeilles). Tous les Apides observés abordent la fleur de l'*H. polifolium* par les pétales et pénètrent de là directement dans l'androcée, dont ils butinent le pollen. Au fur et à mesure que l'insecte avance, il ramasse entre ses pattes les étamines par paquets. Celles-ci, violemment irritées, se recourbent rapidement vers l'extérieur en frottant leurs anthères extrorses contre l'abdomen et les flancs du visiteur qui est bientôt complètement saupoudré de pollen.

Le pollen dont sont saupoudrés les insectes peut aussi bien servir à polliner le stigmate de la fleur qui l'a produit que celui d'une autre fleur. Il convient toutefois de faire remarquer que ces deux possibilités se présentent avec une fréquence inégale suivant que le stigmate est placé au centre de la fleur (fig. 6 D), ou bien, cas très fréquent, que le style est courbé de façon à ce que le stigmate dépasse latéralement les anthères (fig. 6 E). Dans le premier cas, l'insecte en traversant l'androcée de part en part, et rencontrant le stigmate sur son passage, produit presque infailliblement l'autopollination. Dans le second cas, il arrive souvent que l'insecte saupoudré de pollen rencontre dès son arrivée sur une nouvelle fleur le stigmate saillant latéralement, et produit en se frottant contre lui la pollination croisée.

H. Müller a émis l'idée, à propos de l'*H. Chamæcistus* (*vulgare*)[1], que beaucoup d'insectes, effrayés par le brusque

[1] H. Müller, *Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten* etc. p. 161.

mouvement des étamines dans la première fleur qu'ils visitent, n'attaquent les fleurs suivantes que par le centre, ce qui, lorsque le stigmate est central[1], entraîne la pollination croisée. Nous avouons être très sceptique à l'égard de cette frayeur supposée. Les bourdons nous ont toujours paru fort peu se préoccuper des mouvements des étamines et, comme nous l'avons dit, attaquent presque exclusivement les fleurs par le flanc.

Immédiatement après l'anthèse, les pédicelles se courbent vers la terre, les sépales se referment complètement et enserrent dans un étroit espace les restes des pétales, les étamines et le pistil (fig. 6 B). On sait que dans certaines espèces, ce mouvement des sépales produit à coup sûr une pollination directe, les anthères étant pressées avec une telle force contre le stigmate, qu'elles y restent collées[2]. Ici, il n'y a rien de semblable. Les étamines sont plus courtes que le style et les anthères ne sont habituellement pas mises en contact direct avec lui. En second lieu les loges anthériennes sont complètement vides et ne peuvent plus polliner. Le mouvement carpotropique des pédicelles et la fermeture du calice sont donc de simples dispositifs protecteurs des graines sans importance pour la pollination.

L'histoire si curieuse de l'*H. polifolium* ne s'arrête pas là. Nous avons encore à signaler chez cette espèce le phénomène toujours rare de l'*andromonœcie*. Au milieu d'un

[1] H. Müller n'a constaté dans l'*H. vulgare (H. Chamaecistus)* que des styles à stigmate placé au centre de la fleur. Les fleurs à stigmates latéraux ne paraissent pas encore avoir été observés dans le genre *Helianthemum*.

[2] Ascherson, *Ueber die Bestäubung einiger Helianthemum-Arten*. (*Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin*, 1880, p. 99-108.)

grand nombre de fleurs ☿, on voit ça et là, mélangées du reste avec les autres, des fleurs ♂ par réduction totale du gynécée (fig. 6 G). Ces fleurs sont plus petites que les fleurs ☿ ; le diamètre de la corolle étalée est de 1,5 cm. Au centre, on trouve une androcée oligandrique, soit environ 10–15 étamines, au lieu de 30-35 comme dans les fleurs ☿. Il n'y a pas trace de pistil, où bien celui-ci est réduit à un petit mamelon méconnaissable. Sur 50-80 fleurs ☿, nous en avons en général trouvé 1 ♂. Les étamines des fleurs ♂ jouissent des mêmes propriétés que celles des fleurs ☿.

Au surplus, les fleurs ☿ présentent dans leur androcée des variations notables. Certaines fleurs sont oligandriques comme les ♂, mais à gynécée développé et produisant abondamment des graines. Nous avons en moyenne trouvé 1 fleur ☿ oligandrique sur 60-70 fleurs ☿ polyandriques. Il va sans dire que ces indications n'ont de valeur que pour la région étudiée et qu'elles pourront être modifiées dans d'autres régions de l'Europe [1].

7. Helianthemum canum Dun.

Ce petit Hélianthème à fleurs jaunes forme sur les crêtes du Mont-Salève des grosses touffes qui sont activement visitées par les bourdons (et les abeilles) qui en butinent le pollen ; la fleur ne produit pas de nectar.

Les sépales sont couverts de poils ascendants-étalés nombreux qui compliquent l'accès de la corolle pour les insectes dépourvus d'ailes. Le calice est très sensible aux

[1] Il est probable que ces proportions varient d'un endroit à l'autre; elles sont peut-être aussi soumises à des variations d'une année à l'autre dans un même lieu.

oscillations de la température et aux variations dans l'intensité de la lumière. Dès qu'un nuage recouvre le soleil les sépales se redressent et ferment la corolle en pliant les pétales comme chez l'*H. polifolium.*

La corolle d'un jaune vif (fig. 7 A) n'a qu'un diamètre de 1,2-1,3 cm. Les pétales sont obovés, plus fermes que dans l'espèce précédente et sont rabattus vers le bas quand la fleur est entièrement épanouie ; ils ne se recouvrent pas, comme dans l'espèce précédente, mais laissent entre eux un vide qui peut atteindre 1,5 mm. de largeur. Ce sont les pétales qui servent de point d'arrivée aux insectes.

Les étamines (fig. 7 B et C) forment un gros faisceau érigé au centre de la fleur ; ce faisceau est bombé par le fait que les étamines extérieures sont plus courtes que les intérieures. Les filets sont jaunes, rigides et totalement dépourvus de l'irritabilité qui caractérise l'espèce précédente. Les anthères sont relativement grosses et extrorses. Les étamines reposent sur une partie légèrement élargie de l'axe qui porte de petits poils.

Le gynécée (fig. 7 B et C) est constitué par un ovaire renflé, auquel succède, après un rétrécissement, un style, puis un pistil massif divisé en une quantités de lanières stigmatifères. Le style est très mince par rapport au stigmate et à l'ovaire, il est complètement replié sur lui-même pendant l'anthèse. Le stigmate barbu est placé environ 0,5-1 mm. en dessous du niveau des étamines.

Malgré ce dispositif la pollination n'est presque jamais directe et spontanée, pour les raisons suivantes. La fleur est *protérogyne.* Au moment où les anthères sont encore introrses, les lanières stigmatifères sont déjà étalées et prêtes à recevoir le pollen. Plus tard, quand les anthères

s'ouvrent, elles sont extrorses et, de plus, les filets qui étaient rassemblés au-dessus du pistil s'en écartent graduellement, de sorte que le pollen ne peut spontanément tomber sur le stigmate. La fleur de l'*Helianthemum* a donc besoin pour sa pollination d'être visitée par les insectes.

Grâce à la protérogynie marquée, cette pollination est souvent croisée. Cependant à la fin de l'anthèse, l'autopollination par l'intermédiaire des Apides peut avoir lieu.

Les pédicelles, qui sont dirigés vers le bas avant l'anthèse, se relèvent dans une position verticale pendant la floraison ; dans la postfloraison, les pédicelles se recourbent vers l'axe mère. Comme dans l'espèce précédente, les sépales en se fermant enferment les étamines et les pressent même contre le pistil, mais à ce moment les anthères sont presque complètement vides de pollen ; la pollination a eu lieu depuis longtemps et l'ovaire déjà grossi contient des jeunes embryons. On ne saurait par conséquent, pas plus pour cette espèce que pour la précédente, admettre qu'il y ait là un phénomène de *pseudo-cleistogamie.*

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

Eug. Bamberger. Sur la théorie des combinaisons diazoïques (*Berichte*, XXVIII, p. 444 et 826, Zurich).

L'auteur propose de distinguer deux sortes de combinaisons diazoïques par les deux schémas suivants :

$$C_6H_5-\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{N}}\equiv N \text{ de } C_6H_5-N=NX$$

Le premier dans lequel l'un des atomes d'azote est pentavalent, représentera les sels diazoïques normaux, les diazohydrates normaux et le diazobenzène sulfonate instable de Hantzsch, le second comprendra les combinaisons azoïques et diazomidées, les isodiazohydrates et leurs sels ainsi que le diazobenzène sulfonate de Fischer ; on donnera au premier radical le nom de phénylazonium et au second radical, à azote trivalent, fonctionnant comme dans l'hydroxylamine, le nom de phénylazo. Bamberger montre expérimentalement que pendant la durée de l'action des acides sur les isodiazoïques, qui amène leur transformation en diazoïques, il y a mise en liberté d'une petite quantité d'acide nitreux, il en conclut que l'isomérisation a lieu en deux phases : 1° mise en liberté de la base aromatique et d'acide interne, 2° recomposition des éléments avec formation de diazoïque normal. Il imagine également qu'il peut se faire à côté du processus hydrolitique, un processus additif représenté par les schémas :

$$R.N=NOH \rightarrow \underset{\underset{Cl}{|}}{R.N}-\underset{\underset{H}{|}}{NOH} \rightarrow \underset{\underset{Cl}{|}}{R.N}\equiv N + H_2O$$

L'autaur imagine deux modes de réaction de l'acide nitreux, suivant que l'on a affaire à une base libre (N trivalent) ou à l'un de ses sels (N pentavalent).

$$1^\circ\ C_6H_5NH_2 + ONOH = C_6H_5N=NOH + H_2O$$
$$\text{et } C_6H_5N = NOH + C_6H_5NH_2 = C_6H_5N = N - NHC_6H_5 + H_2O$$
$$2^\circ\ \underset{\underset{Cl}{|}}{C_6H_5N} = H_3 + NOOH = \underset{\underset{Cl}{|}}{C_6H_5N}\equiv N + 2H_2O.$$

Pour les éthers, l'auteur semble admettre que ce sont les isodiazoïques qui se transformeraient en diazoïques normaux par saponification.

Il a fait aussi une série d'expériences pour démontrer que la copulation des diazoïques normaux est arrêtée en milieu fortement acide ou alcalin, la matière colorante se produit par dilution des liqueurs; il fait remonter l'origine de ces apparences à des phénomènes de dissociation électrolytique. Il critique ensuite un travail de Hantzsch sur les diazocyanures stéréoisomères.

Eug. Bamberger. Manifestations isomériques dans le groupe des composés azoïques (*Berichte* XXVIII, 837, Zurich).

Il est important de savoir si les relations isomériques observées dans les diazoïques persistent dans leurs dérivés; ce mémoire est relatif à des expériences montrant l'identité des dérivés obtenus à partir des diazoïques et des isodiazoïques.

Eug. Bamberger et Alfred Kirpal. Nitration des bases de la série grasse (*Berichte*, XXVIII, 535, Zurich).

On a montré récemment que, sous l'influence déshydratante de l'anhydride acétique on pouvait passer du nitrate d'une base aromatique primaire à la nitramine correspon-

dante. Dans ce travail les auteurs prétendent montrer que la réaction s'étend à la série grasse et choisissent pour leurs expériences la pipéridine et la diméthylamine. Ils obtiennent de la nitropipéridine et de la nitrosopipéridine et avec l'azotate de diméthylamine, ils obtiennent la nitramine.

EUG. BAMBERGER. SUR LA CONSTITUTION DES HYDRATES ISODIAZOIQUES (*Berichte* XXVIII, p. 1218, Zurich).

L'auteur attribue aux hydrates de diazobenzène et d'isodiazobenzène les constitutions :

$$\begin{array}{l} RN{=}N \\ \;\;| \\ \;\;OH \end{array} \quad \text{et} \quad RN{=}NOH$$

Il décrit deux réactions nouvelles en faveur de cette manière de voir. 1° Les hydrates des isodiazoïques s'obtiennent par réduction modérée des nitrosohydroxylamines substituées

$$\begin{array}{l} RN{-}NO \\ \;\;| \\ \;\;OH \end{array} + H_2 = H_2O + RN{=}NOH$$

2° On obtient les mêmes hydrates en faisant réagir à froid l'hydroxylamine sur les dérivés nitrosés en présence d'un alcali ou d'un carbonate alcalin

$$C_6H_5NO + H_2NOH = H_2O + C_6H_5N = NOH$$

C. JAGERSPACHER. SUR LES DÉRIVÉS FORMAZYLIQUES (*Berichte* XXVIII, 1283, Zurich).

Bamberger a décrit sous le nom d'acétylamidrazone un produit de réduction de la diphénylformazylméthylacétone, elle aurait la constitution :

$$\begin{array}{l} CH_3.CO.C.NH_2 \\ \qquad\qquad\;\; \| \\ \qquad\qquad\;\; NH_2.\,C_6H_5 \end{array}$$

traitée par le nitrite de sodium en solution neutre elle se transformerait en nitrite de la dihydrazone

$$\begin{array}{ccc} CH_3C & \text{———} & C.NH_2HNO_2 \\ \| & & \| \\ N_2HC_6H_5 & & N_2HC_6H_5 \end{array}$$

qui chauffé avec un acide minéral dilué perd 2 mol. d'eau en donnant un composé peu stable insoluble dans les alcalis.

Cette substance chauffée avec un dissolvant neutre comme la ligroïne donne trois produits de décomposition: l'hydrazone de l'acétylamidrazone *(syn)*, l'isomère anti de cette hydrazone est le m. phénylazométhylazotriazol. Les deux hydrazones perdent tous deux une molécule d'aniline lorsqu'on les chauffe à 150° ou à 250° avec de l'anhydride acétique pour donner le phénylamidométhylosotriazol.

Eug. Bamberger. Sur la nouvelle considération de Hantzsch des combinaisons diazohalogénées (*Journ. f. prakt. Chem.* 51 p. 585, Zurich).

Article de polémique, l'auteur n'admet pas la formule de Hantzsch du chlorure de diazobenzène $\begin{array}{l} C_6H_5N{\equiv}N \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\;\; Cl \end{array}$ tandis qu'il adopte celle de Blomstrand.

E. Winterstein. Sur deux hydrates de carbone extraits des champignons polyporés (*Berichte* XXVIII, 774, Zurich).

L'auteur qui a déjà extrait du boletus edulis le paradextrane a trouvé deux autres hydrates de carbone, l'un provenant du polyporus betulinus, qu'il propose d'appeler *paraisodextrane* $C_6H_{10}O_5$, fournissant par l'hydrolyse du glucose *d*, l'autre extrait du pachyma cocos qu'il nomme *pachymose* $C_{30}H_{48}O_{28}$, donnant aussi le même glucose *d* par hydrolyse. Ces deux hydrates diffèrent de la cellulose ordinaire par leur solubilité dans les alcalis étendus.

FRANTZ FEIST ET HANS BELART. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA DIACÉTYLACÉTONE (*Berichte* XXVIII, 1817, Zurich).

Les travaux de Claisen et de von Pechmann ont montré que les soi-disant 1-3 dicétones se comportent souvent comme si un des carbonyles était remplacé par un hydroxyle $COCH_2CO$ devenant $CHOH=CHCO$. Les auteurs ont eu en vue d'examiner si la diacétylacétone ne présentait pas de phénomènes de tautomérie analogues. Leurs expériences les ont conduits à admettre qu'en effet ce corps réagit souvent comme s'il était non une tricétone, mais un heptadiénonol.

L.-P. LIECHTI. AMMONIAQUE DANS LES BOUCHONS DE LIÈGE (*Schweiz. W. sch. Pharm.* 33. p. 435, Aarau).

L'auteur a remarqué que les bouchons de liège renferment un peu d'ammoniaque qu'ils peuvent céder à l'eau des flacons ce qui peut avoir de l'importance pour les analyses d'eau.

PRIANISCHNIKOW. PROCESSUS DE LA GERMINATION DE LA VICIA SATIVA (*Landw. Ver. Stat.* 45. p. 247, Zurich).

La perte en azote qu'on remarque dans les graines pendant la germination s'explique par la solubilité dans l'eau des combinaisons azotées qu'elles renferment. Les produits de décomposition de l'albumine sont en grande partie des combinaisons amidées dont l'asparagine forme environ le 60 %. Les tiges renferment plus de substances azotées que les cotylédons ce qui s'explique par l'accumulation plus grande de substances azotées non albuminoïdes. Pendant la transformation de l'amidon il se forme du sucre de canne et d'autres hydrates de carbone solubles qui ne réduisent pas la liqueur de Fehling. Il n'y a pas de rapport entre la décomposition des matières albuminoïdes et des matières sucrées, les premières se décomposent avant les sucrées ; les sels de chaux accélèrent la germination sans avoir une action différente sur les constituants de la graine. On remarque que l'aspara-

gine augmente par rapport aux autres combinaisons amidées, quand les plantes s'étiolent, tandis que ce rapport diminue dans les plantes croissant normalement, mais le processus n'est pas différent, le résultat est seulement quantitativement différent et non pas qualitativement.

E. Schulze. Des combinaisons azotées des parties vertes et jeunes de la vicia sativa (*Landw. Ver. Stat.* 46. p. 383, Zurich).

Les parties vertes d'une plante de six semaines d'âge ne renfermaient que de la leucine et comme bases, de la bétaïne et de la choline et probablement de la guanidine. Une plante de vesce de neuf semaines renfermait de l'asparagine et de la xanthine à côté d'un peu de bétaïne et de choline, par contre il n'a pu identifier la vernine.

E. Winterstein. Des combinaisons que renferment les membranes des champignons et de quelques cryptogames (*Zeitschr. Phys. Chem.* 21. p. 134 et 152).

L'auteur étudie la cellulose azotée que renferment les membranes des divers champignons; en la traitant par l'acide chlorhydrique il obtient de la glucosamine et de l'acide acétique: en la fondant avec de la potasse, il obtient du chitosan. Il est probable que les champignons traités renferment un dérivé de la chitine. Parmi les hydrates de carbone isolés se trouvent le paraïsodextran et la pachymose de champignon tous deux donnent du sucre de raisin par l'action de l'acide sulfurique dilué. Les celluloses obtenues de quelques fougères et de quelques mousses, étaient solubles dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, se coloraient en bleu par l'iode et l'acide sulfurique et donnaient de la dectrose et de la mannose par la cuisson avec de l'acide sulfurique étendu.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 23 janvier 1896.

R. Gautier. Rapport annuel. — Ed. Sarasin. Rayons Rœntgen.

M. R. Gautier, président sortant de charge lit son *rapport annuel* sur l'exercice de 1895. Il retrace les biographies et rappelle les principaux travaux des membres de la Société décédés dans l'année, M. le Dr H.-C. Lombard, membre ordinaire, et MM. Louis Rutimeyer, à Bâle, W. Crawford Williamson, à Manchester, Louis Pasteur, à Paris, membres honoraires.

M. Ed. Sarasin expose à la Société la remarquable découverte de M. le prof. Rœntgen relative à *une nouvelle espèce de rayons*[1].

Séance du 6 février.

Schiff. Etude sur l'influence des nerfs sur la digestion stomacale. — Preudhomme de Borre. Pyrrhocoris marginatus. — C.-E. Guye. Capacité des lignes électriques. — J. Briquet. Modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des menthes. — C. Soret Expériences sur les rayons Rœntgen. — C. de Candolle. Neuvième volume du Prodromus.

M. le prof. Schiff présente une *étude sur l'influence des nerfs sur la digestion stomacale.*

[1] Voir *Archives*, p. 97, le mémoire original de M. Rœntgen.

Depuis qu'on s'est occupé de l'analyse des conditions et des produits de la digestion stomacale chez les animaux vertébrés, on a reconnu de plus en plus que l'estomac n'est pas le point central de la digestion. Il partage la fonction digestive avec le reste du canal intestinal. On peut montrer que sa fonction peut être remplacée sous le point de vue qualificatif par celle des autres parties du canal digestif.

Il y a longtemps qu'on a reconnu que l'estomac ne peut digérer toute la *quantité* de nourriture requise par l'animal. La plus grande quantité est digérée dans l'intestin.

L'estomac ne peut digérer toutes les espèces d'aliments nécessaires pour le maintien des forces de l'individu, il ne digère que des aliments *albuminoïdes* qui peuvent être dissous dans son suc. Il ne digère pas les substances ternaires, féculentes de la nourriture, ni la graisse qui en certaine quantité est absolument indispensable pour l'alimentation de l'homme et des mammifères.

Néanmoins le séjour passager de tous les aliments dans l'estomac n'est pas sans utilité parce que le suc acide de l'estomac gonfle la nourriture qu'il ne peut pas digérer, la prépare pour la digestion, et la désagrège. Le suc acide dissout le tissu connectif et dégage ainsi les fibrilles de la viande, la fécule dans le pain et les pommes de terre, il fond la graisse sans la digérer. De cette manière les aliments deviennent aptes à passer dans l'intestin sous l'influence de la pression exercée par les parois de l'estomac.

Depuis longtemps nous nous sommes occupés à analyser les conditions chimiques de la digestion stomacale. La chaîne de ces conditions est si complète, qu'il parut inutile de la compléter encore, en cherchant une influence quelconque des nerfs sur cette digestion.

Cependant, comme les nerfs montrent leur influence sur un grand nombre de secrétions il ne parut pas inutile de faire une série d'expériences sur l'influence des nerfs stomacaux sur la fonction digestive.

Les nerfs viennent de deux sources différentes, du sympathique abdominal et du vague. Des expériences préalables ont montré que les nerfs sympathiques peuvent être coupés

ou extirpés sans trouble de la digestion stomacale. Il y avait donc à examiner l'influence de la paralysie du vague.

J'ai décrit autrefois, dans les communications de Berne la méthode pour couper le vague à son entrée dans l'estomac. Il ne peut pas être coupé plus haut si l'on veut conserver la vie de l'animal.

Il ne suffit pas de couper à l'entrée dans l'estomac les nerfs visibles à l'œil, mais il faut se tenir exactement à ma méthode, et couper aussi les nerfs cachés sous la couche musculaire longitudinale externe de l'œsophage.

J'ai déjà indiqué dans une publication antérie re que cette section laisse intacte la santé et l'appétit des animaux. Ils mangent et boivent dans des intervalles réguliers, ils augmentent de poids. Les jeunes chiens peuvent être élevés sans montrer du retard dans leur croissance. Les évacuations sont régulières.

Enfin la digestion parut tout à fait normale sans l'intervention des nerfs stomacaux. J'ajouterais alors que, en voulant subordonner la digestion stomacale au système nerveux on devrait admettre qu'une conservation de la nutrition générale après la section des nerfs de l'estomac paraîtrait impossible, sans admettre la possibilité que toute l'activité de l'estomac pourrait être complètement remplacée par une activité supplémentaire de l'intestin. Une telle supposition ne paraissait pas admissible.

Dans une période plus récente quelques expériences faites à Vienne par *Bilroth et Cyerny* ont démontré que l'absence *complète* de l'estomac n'est pas incompatible avec une conservation parfaite de la santé et de la digestion. Nous nous sommes vus de nouveau placés devant la question si dans nos chiens sans nerfs stomacaux la fonction de l'estomac, sa fonction spécifique n'aurait pas été détruite et compensée par l'intestin.

Il s'agissait donc de faire l'expérience plus directement et d'*observer* la digestion stomacale par une fistule pratiquée ad hoc dans les chiens auxquels on aurait complètement coupé les rameaux nerveux de l'estomac.

Le résultat de ces expériences était que malgré la santé

parfaite de ces animaux, les substances albuminoïdes, l'albumine coagulée, le gluten végétal et même la fibrine qui se digère si vite et si facilement pourraient rester jusqu'à 6 h. dans la cavité stomacale, sans montrer une trace de digestion. On a répété ces expériences avec le même résultat pendant que l'animal était placé dans les meilleures conditions pour la digestion, et après l'introduction de substances peptogènes.

L'estomac aurait perdu sa fonction *spécifique* digestive, mais son suc, acide comme à l'état normal, continuait à désagréger la viande et le pain pour les faire passer dans l'intestin.

Le tissu connectif de la viande était encore gonflé et dissout comme dans un liquide acide, à la température de l'étuve.

Autrefois, en ouvrant la fistule peu de temps après le repas, le contenu stomacal nous a paru être moins humide, plus sec que chez les chiens normaux, mais il n'y a point de moyenne pour mesurer cette humidité.

L'intervention du système nerveux n'est donc plus douteuse, mais il reste à chercher où se produit cette intervention dans la chaîne des conditions de la digestion stomacale. Il paraît que les nerfs président, *non à la formation mais à l'expulsion* du suc digestif.

M. Preudhomme de Borre fait voir un exemplaire d'un Hémiptère fort rare dans l'Europe occidentale, et sur lequel il donne quelques détails, le *Pyrrhocoris marginatus* Kolenati; sa patrie véritable paraît être la Circassie.

Il appartient à la famille des *Pyrrhocorides*, caractérisée par l'absence d'ocelles entre les yeux composés ordinaires, et qui est surtout intertropicale. Le genre typique des *Pyrrhocoris* est cependant représenté en Europe par l'un de nos Hémiptères les plus abondants et les mieux connus, le *Pyrrhocoris apterus* que nous voyons souvent amassé en quantités considérables sur les troncs des tilleuls.

Quant au *Pyrr. marginatus*, on ne le connaît, en dehors du Caucase, que par des captures fort rares et en quelque

sorte tout à fait accidentelles. Aucune localité suisse n'a encore pu être indiquée pour cette espèce.

L'exemplaire présenté a été pris en Belgique, à Lihérain, près la frontière belge-allemande, en juillet 1892. On citait déjà deux captures de l'espèce à quelque distance de là dans la Province rhénane, à Aix-la-Chapelle et à Trèves, mais aucune en Belgique même.

Le *Pyrrhocoris marginatus* a été pris sous des pierres c'est tout ce que l'on sait jusqu'à présent de sa biologie.

M. Ch.-Eug. Guye fait une communication sur *l'emploi des coefficients de capacité et de selfinduction par unité de longueur dans les calculs de la propagation du courant électrique.* Il montre dans quels cas cette notion est applicable et dans quels cas elle n'a plus aucune signification précise. Un mémoire ultérieur paraîtra prochainement dans les *Archives*, résumant l'état actuel de cette intéressante question.

M. Briquet communique des recherches qu'il a entreprises *sur les modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des menthes.* Il rappelle d'abord qu'il existe chez les menthes deux sortes de stolons: Les uns *épigés*, verts ou colorés en pourpre par l'authocyane, munis de stomates, pourvus de feuilles réduites; les autres hypogés, incolores, dépourvus de stomates et munis d'écailles. Certaines espèces possèdent ces deux sortes de stolons (*Mentha arvensis, M. aquatica, M. rotundifolia*), tandis que d'autres ne possèdent que des stolons hypogés (*M. longifolia, M. viridis*). C'est sur ces dernières que l'auteur a porté son attention, pour voir si le diagéotropisme qui donne aux stolons un parcours voisin de l'horizontale dans le sol pouvait être modifié par l'action de la lumière. En effet, dans un travail remarquable, M. Stahl a démontré il y a quelques années que des stolons hypogés diagéotropiques de *Trientalis*, de *Circaea* et d'*Adoxa* devenaient apogéotropiques lorsqu'on faisait agir la lumière sur eux et a laissé entrevoir que ce

phénomène possède probablement une certaine généralité [1]. Après avoir cultivé un certain temps des stolons de *M. viridis* et de *M. longifolia* recouverts de sable humide, dans une position horizontale, M. Briquet a mis à nu le bourgeon terminal et l'a éclairé de divers côtés sur différents pieds. Au lieu de se courber vers le bas, ces bourgeons ont verdi en 4 à 5 jours d'une façon très appréciable, se sont graduellement courbés vers le haut et ont pris une position franchement épigéotropique. En prolongeant l'expérience, l'auteur a vu ces bourgeons se transformer en rameaux aériens feuillés. Si l'éclairage était inégal, qu'un côté du bourgeon par exemple, fût favorisé d'une façon exclusive et persistante, tandis que les autres côtés étaient protégés par un écran, alors la position prise par le sommet du stolon verdissant correspondait peu à peu à une résultante due à l'action combinée d'un héliotropisme positif et de l'épigéotropisme. On peut conclure de ces expériences que la lumière modifie certainement le géotropisme comme l'a indiqué M. Stahl, seulement elle transforme ici un diagéotropisme en épigéotropisme et non en apogéotropisme comme cela est le cas pour les plantes étudiées par le physiologiste allemand.

M. Stahl a du reste brièvement reconnu l'existence de ce mode d'action de la lumière chez les tiges souterraines des genres *Asperula*, *Cerastium*, et *Epilobium*. Il existe donc une certaine variété à cet égard. Chez les *Mentha longifolia* et *viridis*, on voit vers la base des tiges des rameaux ascendants, intermédiaire par leur apparence entre un vrai rameau aérien et un stolon épigé, c'est ce que l'on désigne dans les descriptions sous le nom de *flagellum*. Il dépend uniquement de la naissance épigée ou hypogée d'un bourgeon basilaire, de le voir doué de diagéotropisme et devenir *stolon*, ou pourvu d'épigéotropisme et devenir *flagellum*. — Les propriétés des stolons *épigés* qui gardent une position horizontale malgré l'éclairage constant auquel ils sont exposés sont

[1] Stahl, *Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane (Berichte der deutsch. bot. Gesellsch.* II p. 383, ann. 1884).

évidemment tout autres que celles des stolons *hypogés* précités, il y a là une différence *physiologique* qui nous paraît plus grave que les différences *morphologiques* présentées par les deux sortes de stolons, attendu que ces dernières sont essentiellement épharmoniques.

M. Soret rend compte des expériences qu'il a faites sur les *rayons Rœntgen* en collaboration avec MM. Le Royer, van Berchem, Rilliet et Batault, et présente quelques photographies obtenues par ce procédé; notamment une image imparfaite, mais indiscutable, produite en faisant usage du dispositif de Tesla, et en remplaçant le tube de Crookes par une lampe à incandescence, dont le fil est relié à l'un des pôles de l'appareil, tandis que l'autre pôle est placé à quelques centimètres de l'ampoule de la lampe.

M. C. de Candolle offre à la Société le *neuvième volume des Suites au Prodromus*, sur les Broméliacées, dû à M. le prof. Nuz, de Breslau.

Séance du 20 février.

V. Fatio. Quelques nouveautés relatives au genre Corégone en Suisse. — Briquet. Anatomie comparée de plusieurs groupes de Cramo-pétales.— Rilliet. Décharges des corps électrisés à l'aide des rayons Rœntgen. — Hochreutiner. Contribution à l'étude des acacias phyllodinés. — Soret. Photographies avec les rayons Rœntgen. — Van Berchem et Le Royer. Photographies avec les rayons Rœntgen.

M. V. Fatio fait part à la Société de quelques récentes trouvailles intéressant l'histoire des *Corégones* en Suisse.

Ces poissons, dont l'on pêchait paraît-il encore certaines formes il y a 30 ans dans le lac de Sarnen, et il y a 20 ans seulement dans celui, plus petit et plus élevé, de Lungern, semblent avoir maintenant quasi-complètement disparu dans ces deux bassins, sous l'influence de circonstances défavorables survenues dans les conditions d'alimentation ou de multiplication de leur ancien habitat. Aucun pêcheur actuel n'en

a pris de vivants; seuls de rares individus trouvés morts, de temps à autre, sur l'eau ou sur la grève trahissent la présence possible de quelques représentants du genre dans les profondeurs de ces deux lacs.

D'après les données fournies par le Dr Etlin, de Sarnen, à l'auteur, celui-ci croit que l'un des individus ainsi ramassés au lac de Sarnen, doit avoir appartenu à une forme du type *Balleus* à branchiospines courtes et peu nombreuses plus spécialement à celle dite *Balche* dans le pays, soit au *Cor. Schinzii, helveticus* F. qui prospère non loin de là dans le lac des Quatre-Cantons; tandis que de l'examen qu'il a pu faire de l'un des sujets trouvés morts au lac de Lungern, où deux Corégones ont été ainsi rencontrés depuis dix ans, M. Fatio conclut de visu que la forme survivant dans ce dernier appartient au contraire au type *Dispersus* à branchiospines longues et nombreuses; et ce qu'il y a de plus curieux, c'est que ce poisson, un véritable *Cor. Wartmanni, alpinus* F., ressemble bien moins à l'*Edelfisch* du lac des Quatre-Cantons qu'au *Albock* des lacs de Thoune et Brienz, dans un autre bassin hydraulique. On peut se demander même s'il n'y aurait pas eu autrefois apport artificiel depuis le lac de Brienz, peut-être au temps de l'abbaye d'Interlaken.

L'auteur déplore ensuite les troubles que les importations étrangères et les transports de lac à lac opérés depuis quelques années en Suisse viennent apporter dans la distribution et la multiplication des Corégones dans les eaux du pays. Il constate qu'on a souvent mis à l'eau des alevins appartenant à des types différents, sans renseignements suffisants sur les parents ayant concouru à la fécondation artificielle et sans se préoccuper des affinités zoologiques ou des exigences biologiques des espèces ainsi importées. Après tant de mélanges irréfléchis et de croisements probables, les déterminations spécifiques deviendront de plus en plus impossibles, sans que cette regrettable confusion soit suffisamment compensée peut-être par une plus grande production.

Il cite, comme exemple de la confusion en question, la capture récente dans le Léman de deux Corégones apparte-

nant au type *Dispersus*, type qui, il y a 10 ou 12 ans encore, faisait complètement défaut à ce bassin. Il ne saurait dire d'où et sous quel nom ces deux poissons ont été introduits, mais il est bien certain qu'ils doivent leur origine, non pas au *White-Fish* d'Amérique ou à la *Maraene* d'Allemagne, sous le nom desquels on a généralement importé des Corégones étrangers et tous deux du type *Balleus*, mais bien à une grande forme du *Dispersus*, peut-être au *C. generosus* Peters du nord de la Prusse, avec lequel ils ont assez de rapports, le dernier surtout qui mesurait 0m45 de long avec un poids de 665 grammes.

M. Briquet résume à grands traits des recherches effectuées par lui depuis plusieurs années sur l'*anatomie comparée de l'appareil végétatif de plusieurs groupes de Gamopétales : Phrymacées, Stilboidées, Chloanthoidées, Myoporacées et Brunoniacées*. Il décrit l'organisation des trois premiers groupes en montrant comment, chez les Stilboidées et les Chloanthoidées, l'adaptation à des conditions de xérophilie extrêmes s'opère également par des moyens assez différents. Chez les Stilboidées, il mentionne la présence de deux lièges, dont l'un apparaît d'une façon asynchronique. Les Chloanthoidées lui fournissent matière à discussion sur la valeur morphologique des macroptères. Les macroptères des *Chloanthes* sont des dépendances des feuilles: leur système libéro-ligneux n'a rien affaire avec le système libéro-ligneux stélique. Les Myoporacées se séparent de tous les groupes voisins de Gamopétales par la présence de poches secrétrices. M. Briquet confirme entièrement l'opinion de M. van Tieghem et de Mlle Leblois sur l'origine schizogène de ces poches. En fait de particularités histologiques intéressantes dans la famille, l'auteur indique: l'organisation bizarre de certains trichomes; des vaisseaux et trachéides tous spiralés dans le bois secondaire (*Myoporum salsoloides*); le fait que le périderme est hypodermique dans la tige, péricyclique dans la racine; un périderme hypodermique dans certaines pétioles (*Bontia*); des poches secrétrices tertiaires naissant aux dépens du phelloderme radical; un métaxylème dans la stèle

radicale, etc., etc. Le genre *Oftia* diffère de toutes les Myoporacées par l'absence de poches secrétrices et la présence d'un liber interne, disposé à la périphérie de la moelle en petits îlots. M. Briquet crée pour ce genre *Oftia*, en se basant sur ces caractères qui sont fondamentaux, une tribu des *Oftieæ* qu'il oppose aux autres genres de Myoporacées groupées sous le nom de *Eumyoporeae*. Partout l'auteur a cherché à déterminer l'origine, le mode de différenciation et la valeur morphologique vraie des organes ou des tissus étudiés; il a établi, pour la première fois, dans ces divers groupes la course des faisceaux par la méthode des coupes en série, et a tâché d'en systématiser les descriptions au moyen de notations rationnelles.

M. Rilliet rend compte d'expériences faites au laboratoire de physique par M. Dumont sur la *décharge des corps électrisés à l'aide des rayons Rœntgen*. On peut de cette manière apprécier exactement la transparence des divers corps. Les essais tentés en vue de savoir si un corps électrisé positivement se décharge plus vite que s'il est négatif, n'ont pas encore donné de résultats concluants.

M. Rilliet montre aussi un potentiomètre de Gompton qui sous une forme très condensée permet de faire un grand nombre de mesures électriques avec assez de précision et surtout rapidement.

M. G. Hochreutiner présente par l'intermédiaire de M. Briquet, une *contribution à l'étude des Acacia phyllodinés*.

On sait que chez les *Acacia*, les phyllodes, pétioles élargis des feuilles, sont comprimés latéralement, et que leurs faces ne correspondent pas aux faces de la feuille, mais au contraire à ses bords. Cette disposition est visible extérieurement: 1° par le fait que le phyllode à une position *verticale*; 2° parce que son *bord supérieur* porte une glande nectarifère qui s'observe chez tous les *Acacia* et qui jalonne la partie supérieure du pétiole, fait dont on peut se convaincre par l'examen des *Acacia* qui portent des folioles.

L'étude anatomique confirme ces résultats. Comme Strasburger l'a décrit chez les *Acacia floribunda* et *A. verticillata*[1], on remarque en général que trois faisceaux partent de la tige et pénètrent dans la base du phyllode, où ils fusionnent, pour se séparer de nouveau un peu plus loin en trois. Les deux latéraux fusionnent de nouveau pour former le faisceau marginal supérieur et le troisième, à la partie médiane, constitue le faisceau marginal inférieur.

A de légères modifications près, nous avons retrouvé une disposition identique chez plus d'une centaine d'espèces. Une seule a fait exception, c'est l'*Acacia leptospermoides* Benth., classée par Bentham[2] dans la sous-série *Plurinerves* (*Microneurae*), à côté d'une quantité d'autres espèces dont elle diffère cependant par un caractère très important. En effet, l'*A. leptospermoides* a des phyllodes aplatis *horizontalement*; la glande nectarifère, au lieu d'occuper la marge, se trouve exactement *au milieu de la surface supérieure* du phyllode. La course des faisceaux est aussi très différente de celle des autres espèces. On voit bien toujours trois faisceaux partir de la tige, mais ils ne fusionnent pas. Dans la partie moyenne, ils présentent tous une structure concentrique; puis le faisceau médian se divise suivant un plan parallèle à la surface du phyllode. Les deux faisceaux latéraux ont une section réniforme, dont la concavité est tournée obliquement en haut; ils se divisent en plusieurs nervures par des plans presque perpendiculaires à la surface du phyllode. C'est dire qu'ils se comportent d'une façon absolument différente du faisceau médian. La partie supérieure de ce faisceau médian se prolonge jusqu'à la glande nectarifère qu'elle innerve.

C'est avec étonnement que. dans un groupe aussi homogène que les *Acacia* phyllodinés, nous constatons la présence d'une espèce possédant des caractères aussi hétéroclites. On admet, en effet, que l'aplatissement latéral des phyllodes sert à atténuer l'action d'une insolation trop intense, les rayons

[1] Strasburger, *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen*, p. 176. Jena 1891.

[2] Bentham, *Flora australiensis* II p. 383. London 1864.

ne tombant plus normalement à la surface des organes assimilateurs[1]. Cependant, chez l'*A. leptospermoides*, les phyllodes tournent leur surface perpendiculairement à la lumière du soleil. Si l'on considère le fait de développer des phyllodes verticaux par compression latérale comme dû à la xérophilie, il faut croire que c'est aussi la sécheresse qui a provoqué l'apparition de ces organes chez l'*A. leptospermoides*. Dès lors, on est obligé de conclure que l'*A. leptospermoides* est une espèce *très ancienne*. Son origine remonte assurément à l'époque où les phyllodes ont commencé à se différencier dans la série. Il est en effet impossible de supposer que nous ayons là une modification ou une différenciation d'un phyllode vertical.

Nous proposons donc, dores et déjà, de scinder la division des *Phyllodineae* de Bentham[2] en deux subdivisions: 1° celle des *Orthophyllodineae* comprenant tous les *Acacia* à phyllodes *verticaux*, et 2° celle des *Diaphyllodineae* à phyllodes horizontaux[3].

M. Soret montre plusieurs photographies qu'il a faites avec les rayons Rœntgen. Elles représentent différents objets et comprennent une série de reproductions très nettes du squelette de la main.

[1] Tschirch, *Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit specieller Berücksichtigung des Spaltoffnungsapparates. (Linnaea* XLIII p. 160, ann. 1882).

[2] Bentham (*Genera plantarum* I. p. 595), appelle « série » le groupe des *Phyllodinae;* mais le terme « division » (*Flora austral.* II p. 303) est à la fois plus ancien et plus commode, vu les nombreuses subdivisions des Phyllodinés que l'on ne saurait comment dénommer et que l'auteur a lui-même (l.c.) qualifiées de « séries », « sous-séries », etc.

[3] Il n'est fait aucune mention des phyllodes horizontaux dans l'ouvrage de Bentham (op. cit.); ces derniers ne sont non plus nulle part figurés dans la publication iconographique plus récente du baron de Mueller (voy. F. v. Mueller, *Iconography of australian species of Acacia and cognate genera.* Melbourne 1887-1888).

MM. van Berchem et Le Royer présentent également des photographies du squelette de la main et de différents objets. Sur l'une de celles-ci on aperçoit très bien les veines du bois du chassis photographique.

Séance du 5 mars.

Chodat. Influence de la lumière dans le développement des sporanges et des conidies chez les Mucédinées. — Chodat. Nouvelles recherches sur l'Oscillatoria rubescens. — Briquet. Cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus Bulbosus. — Th. Lullin. Photographies de la veine liquide brisée. — Soret. Photographies par les rayons Rœntgen.

M. le prof. Chodat rend compte des recherches qu'il a fait faire dans son laboratoire par M. A. Lendner sur *l'influence de la lumière dans le développement des sporanges et des conidies chez les mucédinées.*

Les expériences ont été groupées selon les résultats en cultures sur milieux solides et cultures sur milieux liquides. Les milieux solides ont été : 1° La gélatine peptone ; 2° Solution de van Tieghem ; 3° Infusion de fumier de cheval-agar-agar. Les milieux liquides: 1° Solution de colza diluée de 5 parties d'eau ; 2° Liquide de Raulin ; 3° Liquide de van Tieghem ; 4° Solution de Schmidt ; 5° Solution nutritive de Soules + 8° de sucre ; 6° Infusion de fumier de cheval. Ces milieux stérilisés de 120-130° par la méthode de chauffage discontinu en vases dits Erlenmeyer. Le triage des cultures a été fait d'après la méthode bactériologique jusqu'à obtention de *cultures pures* qui ont été le point de départ des expériences.

Les mucédinées ont été divisées en deux catégories : Mucédinées à sporanges (mucorinées); B. Mucédinées à conidies.

A. Mucor flavidus, Chlamydomucor racemosus, Rhizopus nigricans, Pilobus spec.

B. Botrytis cinerea, Amblysporium albo-luteum [1] (deux

[1] A. albo-luteum a la particularité de former de gros sclirotes avec grande facilité s'il a été cultivé sur un fragment d'agaric stérilisé.

formes conidiales de Pezizacées); Aspergillus niger, Sterigmatocystis sp., Perricillum glaucum.

Ces mucédinées ont été cultivées derrière des verres colorés (4) qui fermaient une petite caisse pouvant contenir deux flacons Erlenmeyer, comparativement avec des cultures en lumière diffuse, dans l'obscurité, derrière une cuve à æsculine (pour absorber les rayons ultraviolets) et enfin derrière une cuve remplie d'eau distillée.

1. Influence de la lumière sur les champignons à sporanges et sur les substratum solides.

Les mucorinées développent partout des sporanges; une différence se fait sentir seulement dans la longueur des filaments sporangifères qui deviennent souvent le double plus longs dans l'obscurité, le rouge et le jaune.

B. sur les milieux liquides,

L'influence de la lumière se fait alors sentir; elle varie suivant le champignon mis en expérience.

Mucor flavideus n'a pas formé des sporanges en lumière rouge, jaune et bleue, ni dans l'obscurité, tandis que en lumière diffuse ils sont assez nombreux. Des chlamydospores se sont formées dans presque toutes les cultures beaucoup dans l'obscurité.

Chlamydomucor racemosus produit en lumière blanche des sporanges normaux avec spores; en lumière bleue peu de sporanges: en lumière jaune ou rouge, sporanges très rares et enfin dans l'obscurité, les sporanges se forment mais n'arrivent pas à produire des spores, mais se détériorent.

Rizopus nigricans. Pour cette espèce, les radiations jaunes, rouges et obscures retardent l'apparition des sporanges (2 jours sur 7).

Dans toutes les expériences la suppression des rayons ultraviolets n'altère en aucune manière le développement des sporanges qui a lieu comme en lumière blanche. Il n'y a donc pas lieu de comparer la production des sporanges à celle des organes floraux (v. travaux de Souhs, de Candolle Cas.).

2. Influence de la lumière sur les champignons possédant des conidies (v. plus haut).

Ces champignons développent des conidies dans toutes

les conditions aussi bien sur les milieux liquides que sur les milieux solides (v. cependant les résultats différents de L. Klein sur Botylis cinereo).

Des expériences semblables sont poursuivies en lumière continue. Résultats : Il semble que la lumière a une action secondaire sur le développement des sporanges et qu'il faut attribuer à des modifications dans la nutrition, le fait que sur les milieux liquides elle se trouve plus ou moins déterminante.

M. Chodat parle de ses *recherches sur l'Oscillatoria rubescens* du lac de Morat. Dans une précédente communication il avait signalé la présence des vacuoles à gaz dans le protoplasme de cette plante, qui lui permettent de flotter. On sait que Kleebahn qui a introduit cette notion des vacuoles à gaz n'a pas réussi à voir ces bulles se dégager sous ses yeux. M. Chodat a trouvé un procédé qui permet de les mettre directement en évidence. Si on laisse se dessécher l'oscillatoria sur un porte-objet et qu'on fasse arriver latéralement une solution concentrée de chloral hydratée, ce liquide chasse brusquement les vacuoles à gaz qu'on voit se détacher du protoplasme sous formes de bulles. Cette observation lève les derniers doutes qu'on pouvait encore avoir au sujet de la nature de ces corps peu réfringents.

L'auteur a en outre étudié la matière colorante rouge qui, à l'état vivant est insoluble dans l'eau; elle devient libre avec le commencement de la putréfaction. C'est une substance de couleur rose avec une forte *fluorescence brune*; elle vire au violacé avec les acides. Son caractère distinctif est de présenter à la limite du jaune et du vert une forte bande d'absorption ce qui la rapproche de la couleur étudiée par Sorby chez Oscillatoria nigra, on peut s'étonner de voir un gaz se maintenir d'une manière si tenace dans le plasma d'une plante aquatique alors que ce gaz est soluble dans l'eau. Il faut admettre l'existence d'une membrane vacuolaire résistante et c'est ce qui a été constaté d'une manière bien évidente par l'auteur.

Si on laisse putréfier lentement l'O. rubescens, la mem-

brane, le plasma cortical et le corps central se liquéfient dans ce liquide aqueux teinté en violet rose. Par contre les vacuoles à gaz se maintiennent en conservant leur forme irrégulièrement méandrique. L'addition d'eau les fait subitement disparaître en dissolvant le plasma vacuolaire qu'on peut facilement constater.

L'auteur rappelle en outre que la rubéfaction de la mer Rouge observée par Ehrenberg et particulièrement décrite par Montagne, la même coloration observée par Darwin sur l'Atlantique, et par d'autres dans la mer Jaune, sur les côtes de Chine, par Hinds sur le littoral de la Californie et du Guatémala, doit son origine à des oscillariées qui se comportent exactement comme O. rubescens du lac de Morat et qui flottent sans aucun doute par le même procédé.

Il ajoute que la rubéfaction du lac de Neuchâtel est due au *Bryococcus Braunii* qui rougit fortement l'huile qu'il excrète et qui lui sert d'habitation flottante. (Voir une précédente communication).

M. Briquet étudie un *cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus bulbosus.* La tige fasciée forme un large ruban terminé par une fleur monstrueuse, dont le diagramme possède un axe étiré dans le sens du plan de la fasciation. Tandis que les fleurs normales ont un diamètre de 2 cm., le grand diamètre de la fleur anormale atteint 3 cm. En s'étirant, la fleur s'est divisée en trois massifs, un massif central à plan diagrammatique circulaire (que nous appelons massif *A*) et deux massifs latéraux à plan diagrammatique elliptique (massifs *B* et *C*). Les trois massifs ne sont séparés les uns des autres que par deux enfoncements du torus ; ils présentent les particularités suivantes. (Voy. le diagramme ci-joint.)

Sépales.— Ces phyllomes sont au nombre de 10 à 12 pour les massifs *B* et *C*; ils sont nombreux dans les enfoncements mais ne paraissent point appartenir au massif *A*. Leur disposition est irrégulière ; ils chevauchent les uns sur les autres ; ils sont plus allongés et plus velus que les sépales normaux.

Pétales. — Les pétales de fleurs normales récoltées à côté de l'individu monstrueux sont obovés, arrondis au sommet et longuement cunéiformes à la base où se trouve un onglet verdâtre, tandis que le limbe est d'un jaune d'or. La nerva-

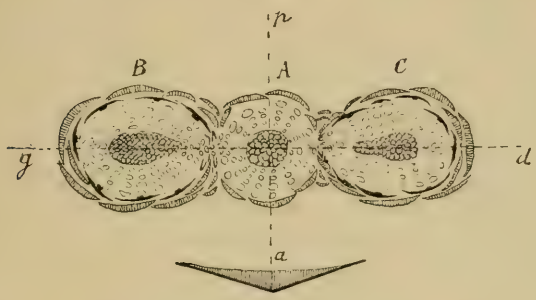


Diagramme d'une fleur monstrueuse du *Ranunculus bulbosus*, placée au sommet d'un pédoncule fascié, et présentant une tripartition incomplète avec étirement de l'axe du diagramme dans le plan de la fasciation ; *ap*, plan de symétrie antéro-postérieur ; *gd*, plan de la fasciation ; se reporter au texte pour le reste.

tion de ces pétales est constituée par une série de cordons, divergeant graduellement à partir de l'onglet pour aboutir à la marge supérieure du limbe. Vers le sommet, toutes ces nervures se bifurquent plusieurs fois et celles des bords cèdent une série de cordonnets secondaires du côté de la marge la plus proche. Les pétales anormaux présentent peu de différences d'avec les pétales normaux. Certains d'entre eux ont même exactement la même forme. La plupart sont cependant plus étroits. Un certain nombre d'entre eux sont difformes, ayant pris un accroissement exagéré d'un seul côté. La nervation, sans changer de disposition, est plus développée du côté hypertrophié. — Les pétales n'existent que dans les massifs latéraux *B* et *C*, ils font défaut dans le massif *A*. Ils occupent toute la périphérie de l'androcée, mais uniquement du côté extérieur ; partout où les massifs *B* et *C* sont en contact avec le massif *A*, les pétales font défaut. Le nombre des pétales s'élève de 5 à 8 et à 12 ; ils chevauchent les uns sur les autres, de telle sorte qu'il est impossible de les considérer comme insérés sur une spirale régulière. Les

derniers pétales, c'est-à-dire ceux qui avoisinent le massif *A* sont pliés; leur dos de plicature est inséré dans les enfoncements qui séparent les massifs *B* et *C* du massif *A*.

Androcée. — Chaque massif possède un androcée normal mais à très nombreuses étamines; celles-ci ont en moyenne des filaments plus courts et des loges anthériennes plus longues que les normales. Le pollen est constitué par des grains ellipsoïdaux, à membranes minces, pourvus de trois plis longitudinaux, un peu ondulés, très nets, se réunissant aux pôles du grain et divisant la paroi en trois champs finement ornementés. Au contact de l'eau tiède sucrée, les grains germent très facilement en émettant des boyaux normaux.

Gynécée. — Le gynécée des massifs *B* et *C* est de forme elliptique, celui du massif *A* a un contour circulaire. Les carpelles sont très nombreux, ordonnés en spirale. Leur bec recourbé est chargé de boyaux polliniques. A la base, les parois des carpelles sont ± hyalines, vers le haut elles sont très chlorophylliennes. Ventrus antérieurement, les carpelles sont pourvus postérieurement d'un cordon libéro-ligneux qui se ramifie dès la base; une grande branche remonte directement dans la direction du bec. — L'ovule est placé dans une cavité carpellaire bien plus grande que lui, de forme ovoïde. Il est tellement anatrope, à raphé ventral, que le micropyle est un peu rentré dans la direction du hile. Les tissus du raphé et des nucelles sont hyalins et turgescents, d'apparence normale. — Le sac embryonnaire, fort petit, est situé à peu près au centre du nucelle.

Nous avons considéré cette singulière monstruosité comme due à la *tripartition imparfaite d'une fleur unique*. Ce n'est pas ainsi que l'on a considéré les rares cas analogues signalés dans la littérature tératologique des renoncules. Les auteurs ont généralement vu dans ces formations des *synanthies*[1],

[1] Suringar, (*Quelques observations de tératologie végétale* (*Arch. néerl.* VII, 1873).

J. Camus, *Anomalis e varieta nella flora del Modenese*, III p. 2 (*Rendic. della soc. dei natural. di Modena*, ser. 3, vol, III, 1886).

Penzig, *Pflanzen Teratologie* I p. 182.

soit des soudures de fleurs rapprochées par l'état tératologique de la tige.

Cependant, au moins pour le cas que nous avons pu étudier, notre interprétation nous paraît plus probable. Il est, en effet, très naturel *de considérer l'élargissement du diagramme selon son plan transversal comme la conséquence de la fasciation imposée au pédoncule.* Selon nous, une fleur normale placée au sommet d'un pédoncule fascié serait plus monstrueuse encore, si on peut s'exprimer ainsi, qu'une fleur à diagramme étiré dans le plan de la fasciation. Deux autres raisons nous portent à préférer la théorie de la tripartition imparfaite, c'est d'abord *la continuité de l'androcée dans les trois massifs monstrueux*, ensuite *l'absence de préfeuilles antérieures et postérieures pour les massifs* B *et* C. Si ces massifs représentaient des fleurs distinctes, les préfeuilles en question devraient exister[1]. Or on ne trouve, précédant la fleur monstrueuse, qu'une feuille axillaire et deux préfeuilles (bractéoles) latérales placées à des niveaux différents et obliques par rapport au plan *gd*.

Des fleurs du genre de celle qui vient d'être étudiée peuvent-elles perpétuer leur diagramme chez leurs descendants par hérédité ?

Oui, dans une certaine mesure. M. de Vries a démontré que, pour devenir régulièrement héréditaires, les fasciations devaient être sélectionnées parmi les produits de parents fasciés eux-mêmes[2]. Les circonstances dans lesquelles nous avons observé notre *Ranunculus bulbosus* lui imposaient des conditions tout autres. Les croisements ne pouvaient s'opérer qu'avec des individus voisins normaux. Il ne peut guère dès lors se produire que des fasciations *accessoires*, c'est-à-dire des fasciations qui apparaissent *de temps en temps* seulement et *en sautant des générations entières*. Les fleurs à diagramme étiré avec tendance à la partition seront donc normalement en un même lieu un phénomène *sporadique*.

[1] Voy. Eichler, *Blüthendiagramme* II p. 160, fig. 62.

[2] De Vries, *Over de erfelijkheid der Fasciatiën* (Sur l'hérédité de la fasciation, avec résumé français). *Bot. Jaarb. door gen. Dodonaea* VI p. 72-118, ann. 1894.

M. Th. Lullin présente deux belles et curieuses *photographies de la veine liquide brisée* obtenues au moyen de l'étincelle d'une machine électrique statique.

M. Soret présente quatre *photographies* qu'il a obtenues *à l'aide des rayons Roentgen* et qui représentent, un pied vu de profil, une main avec une aiguille logée dans les chairs entre le pouce et l'index et dont il s'agissait de déterminer la position, un bras de jeune fille avec le poignet dont les os sont très nets, enfin une médaille d'aluminium dont le relief très marqué a été parfaitement rendu.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 16 janvier 1896.

P. Binet. Toxicologie comparée des phénols. — F. Kehrmann. Constitution et nomenclature des indulines. — O. Hinsberg. Considérations sur le groupe azoïque.

M. P. Binet présente un travail sur la *toxicologie comparée des phénols.* Il s'est plus particulièrement attaché à rechercher quels sont les rapports qui existent entre la constitution moléculaire de ces corps et leur action physiologique, et comment la toxicité de la molécule phénolique se modifie avec les changements qu'elle éprouve.

Les injections ont été généralement pratiquées par voie sous-cutanée et les animaux choisis ont été les deux espèces de grenouilles, le rat, le cobaye et parfois le lapin.

L'auteur est arrivé aux conclusions suivantes :

L'intoxication par le *phénol* se manifeste par une période d'excitation avec tremblement, à laquelle succède un collapsus avec petites secousses spasmodiques. La plupart des corps appartenant à la même classe chimique agissent d'une manière analogue.

Ce syndrome n'appartient pas spécialement à l'hydroxyle phénolique, car le *benzène* le produit déjà, quoique d'une façon atténuée et avec une toxicité infiniment moindre. Il faut tenir compte cependant de la transformation partielle en phénol que subit le benzène dans l'organisme.

Les oxyphénols à deux hydroxyles *(pyrocatéchine, résorcine, hydroquinone)* sont beaucoup plus excitants et généralement plus toxiques que le phénol; au contraire ceux qui renferment trois hydroxyles *(pyrogallol* et *phloroglucine)* le sont beaucoup moins. La pyrocatéchine, l'hydroquinone et le pyrogallol provoquent la formation de méthémoglobine.

Les homologues des phénols *(crésols, thymol, orcine)* sont

moins excitants et généralement moins toxiques que les phénols correspondants. Ils le sont d'autant moins que le poids moléculaire ou le nombre des alcoyles substitués est plus élevé. Par contre, ils sont plus irritants pour les viscères.

Parmi les isomères des oxyphénols et des crésols, ce sont les dérivés *méta* qui se sont montrés le moins toxiques.

Les éthers alcoyliques des phénols sont beaucoup moins toxiques que les phénols eux-mêmes. L'*anisol* et le *phénétol* provoquent un tremblement, tandis que dans le *gaiacol*, éther monométhylique de la pyrocatéchine, l'excitation si intense que provoque cet oxyphénol a totalement disparu.

L'introduction d'un groupement alcoolique ou aldéhydique dans la molécule d'un phénol atténue l'excitation et la toxicité. Avec l'*aldéhyde salicylique* le tremblement est beaucoup plus prononcé qu'avec l'alcool correspondant *(saligénine)*.

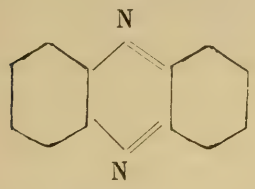
Avec l'*alcool benzylique* le tremblement et les secousses manquent, la toxicité est faible. L'isomérie de cet alcool avec les crésols, dont l'action est si différente, fait ressortir toute l'importance de la fonction de l'hydroxyle, alcoolique dans le premier de ces corps, phénolique dans les derniers.

La présence d'un groupement acide dans la molécule d'un phénol diminue la toxicité, mais en modifie le caractère. Il apparaît avec l'*acide salicylique*, si on le compare à l'orthocrésol, des crises de contracture et de dyspnée qui appartiennent déjà à l'acide benzoïque. Comparé au pyrogallol, l'*acide gallique* ne provoque plus de secousses, mais il conserve l'action nocive sur le sang, bien qu'atténuée.

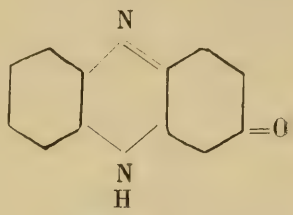
Le *para-amidophénol* est moins excitant et moins toxique que le phénol, mais il altère profondément le sang. La toxicité diminue dans ses produits de substitution si le groupe substitué n'est pas lui-même toxique.

M. F. Kehrmann développe ses idées sur la *constitution des indulines* et sur leurs relations avec les safranines. Ces relations étant aujourd'hui bien établies, il paraît désirable d'adopter une nouvelle nomenclature qui permette de les mettre en lumière. L'auteur propose de nommer *phénazone* la substance mère des indones, et *phénazime* celle des indu-

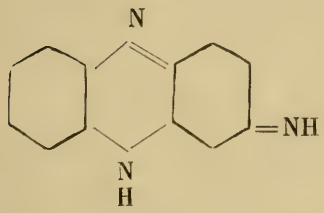
lines. On aurait alors, dans la série des dérivés de la phénazine, les quatre types suivants :



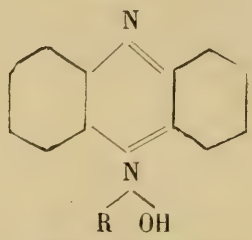
Phénazine.



Phénazone.



Phénazime.

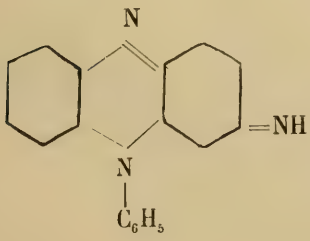


Hydrate de phénazonium.

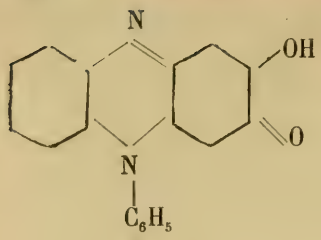
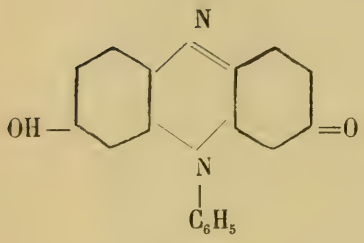
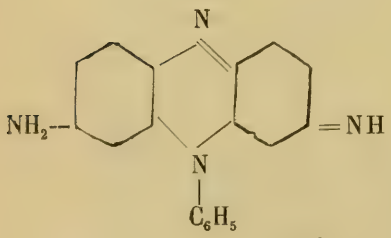
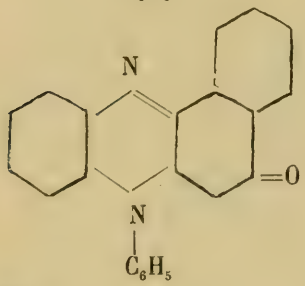
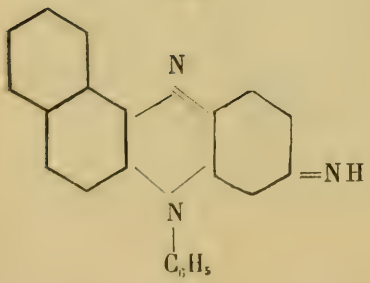
Les positions des substituants liés au carbone seraient désignées par les chiffres 1-8, tandis que les groupes liés àl'azote ne porteraient pas de numéro.

En ce qui concerne les dérivés de la naphtophénazine, M. Kehrmann propose d'employer les noms de *naphtophénazone* et de *naphtophénazime* lorsque le groupement quinoïdique se trouve dans le noyau benzénique, et de dire au contraire *phénonaphtazone* et *phénonaphtazime* lorsque ce même groupement fait partie du noyau de naphtaline.

Voici quelques exemples de l'adaptation de cette nomenclature aux indones et indulines connues :



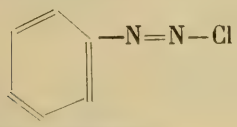
Anciens noms.	*Nouveau nom.*
Benzolinduline.	Phénylphénazime.
Aposafranine.	

	Anciens noms.	*Nouveau nom.*
	Oxybenzolindone. Oxyphénylphénindulone.	Oxyphénylphénazone 2.
	Safranol.	Oxyphénylphénazone 6.
	Phénosafranine.	Aminophénylphénazime 6.
	Rosindone. Phénylnaphtophénindulone.	Phénylphénonaphtazone.
	Isorosinduline.	Phénylnaphtophénazime.

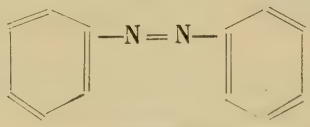
M. O. Hinsberg fait une communication sur le *groupe azoïque*. Il commence par définir de ce qu'il entend par l'expression : *liaisons doubles alternantes*; ce sont des liaisons doubles séparées par une liaison simple, telles qu'elles existent, par exemple, dans les groupements suivants :

$$\begin{array}{c} C{=}C \\ | \\ C{=}N \end{array} \qquad \begin{array}{c} C{=}O \\ | \\ C{=}N \end{array} \qquad \begin{array}{c} C{=}N \\ | \\ N{=}N \end{array}$$

Si l'on considère la structure des dérivés azoïques et diazoïques, c'est-à-dire des substances caractérisées par le groupe —N=N—, on s'aperçoit que ces corps renferment presque toujours des liaisons doubles alternantes. Exemples :



Chlorure de diazobenzène.



Azobenzène.

$$\begin{array}{c} NH_2{-}C{-}N{=}N{-}C{-}NH_2 \\ \| \qquad\qquad \| \\ O \qquad\qquad O \end{array}$$

Azodicarbonamide.

$$\begin{array}{l} NH_2 \diagdown \\ \qquad\quad C{=}N{-}N{=}NOH \\ NH_2 \diagup \end{array}$$

Diazoguanidine.

On peut donc dire que la constitution de la plupart des dérivés azoïques et diazoïques peut être exprimée par le schéma

$$\begin{array}{c} N{=}N \\ | \\ x{=}y \end{array}$$

Il est permis de supposer que deux liaisons doubles alternantes exercent une influence protectrice l'une sur l'autre, de telle sorte que chacune d'elles est plus stable que si elle était seule ou entourée de liaisons simples. Le groupement

$$\begin{array}{c} a{=}b \\ | \\ c{=}d \end{array}$$

est plus stable que les groupements

$$\begin{array}{c} a{-}b \\ | \\ c{=}d \end{array}$$

ou

$$\begin{array}{c} a{=}b \\ | \\ c{-}d. \end{array}$$

Ce principe, appliqué aux dérivés azoïques et diazoïques, montre pourquoi le groupe —N=N—, peu stable par lui-même, le devient lorsqu'il est accompagné d'une seconde liaison double alternante, ainsi que cela est le cas dans la très grande majorité des composés de cette classe. M. Hinsberg mentionne cependant quelques exceptions à cette règle (diazométhane, tétrazones).

Séance du 13 février.

C. Margot. Sur quelques propriétés de l'aluminium. — E. Ackermann. Dosage du résidu sec du lait, du vin, de la bière, etc. — O. Hinsberg. Quinoxalinophénazine.

M. C. Margot passe en revue quelques-unes des propriétés curieuses que présente l'*aluminium*. La faculté que ce métal possède d'adhérer au verre par frottement peut être utilisée pour produire sur cette dernière substance des décorations métalliques inaltérables ayant l'apparence d'incrustations en argent poli. M. Margot fait circuler un certain nombre de plaques de verre coloré qu'il a gravées au moyen d'une petite meule en aluminium mise en rotation rapide par une transmission flexible.

Une propriété singulière qui distingue l'aluminium des métaux usuels réside dans la formation des alliages colorés qu'il peut fournir avec quelques métaux peu fusibles. A l'alliage connu du chimiste anglais Hunt, formé d'or et d'aluminium et ayant une teinte pourpre à reflets rouge rubis, il faut ajouter certains alliages de platine, de palladium, de nickel et de cobalt. Le platine uni à l'aluminium (Al=28, Pt=72 %) donne un alliage ayant la couleur de l'or, le palladium un alliage rose cuivré, le nickel et le cobalt des alliages plus ou moins jaunâtres. Ces alliages, qui semblent être des combinaisons chimiques définies plutôt que de simples mélan-

ges, ont une structure cristalline, et la plupart d'entre eux se désagrègent avec le temps.

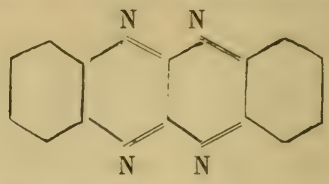
On sait que l'aluminium offre à la prise de la soudure de grandes difficultés provenant principalement de la formation, à la surface du métal, d'une mince couche d'alumine qui empêche l'adhérence; la même cause s'oppose aussi au recouvrement galvanique de l'aluminium. En employant un procédé découvert récemment par M. Margot, il est possible cependant de cuivrer ce métal, et par cet intermédiaire de le dorer, de l'argenter ou de le nickeler. Ce procédé repose sur un décapage préalable de l'aluminium au moyen d'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique, suivi d'un lavage très superficiel à l'eau pure. Lorsqu'on immerge l'aluminium ainsi traité dans un bain légèrement acide et peu concentré de sulfate de cuivre, il se recouvre immédiatement d'un beau dépôt de cuivre adhérent, dépôt que l'on peut ensuite augmenter, après un fort lavage à l'eau, en reliant l'objet à une source d'électricité.

L'oxydation superficielle de l'aluminium explique la curieuse expérience suivante, dont la réalisation est impossible avec les autres métaux. Si l'on fait passer dans un fil d'aluminium un courant électrique, on constate avec surprise que l'on peut, sans qu'il y ait rupture, augmenter l'intensité du courant jusqu'à ce que le fil ait atteint la température du rouge blanc. Le fil d'aluminium, dont la longueur peut atteindre 30-40^{cm}, se maintient dans cet état d'incandescence, obéissant aux plus legères impulsions de l'air ambiant et montrant une sensibilité extrême aux actions magnétiques provoquées par l'approche d'un aimant. Ce fil est évidemment constitué alors par une veine liquide entourée d'une gaîne protectrice d'alumine qui l'enveloppe de toutes parts et l'empêche de se rassembler en goutelettes.

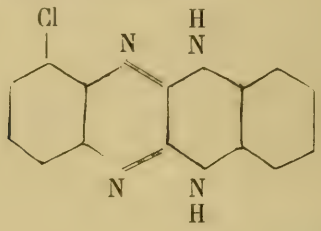
Parmi d'autres singularités qu'offre l'aluminium, M. Margot cite encore sa transparence à peu près complète pour les rayons Röntgen.

M. E. Ackermann parle des méthodes de *dosage du résidu sec* dans les analyses de lait, de vin, de bière, etc.

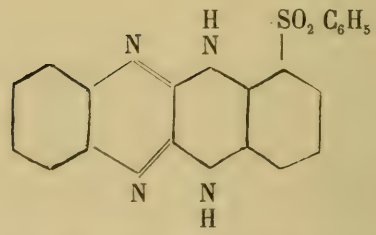
M. O. Hinsberg décrit une azine double de la formule



qu'il nomme *quinoxalinophénazine.* Ce corps se comporte comme une quinone; il réagit en particulier avec l'acide chlorhydrique et avec l'acide benzène-sulfinique en donnant les produits d'addition suivants :



et



Ces réactions prouvent la structure orthoquinoïdique de la substance. A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1896

Le 1er, très forte gelée blanche le matin; brouillard enveloppant depuis 7 h. du soir.
2, givre le matin; brouillard; il est enveloppant pendant la majeure partie de la journée.
3 et 4, brouillard pendant tout le jour.
5, brouillard enveloppant pendant tout le jour.
6, givre le matin; brouillard pendant tout le jour; il est enveloppant jusqu'à 1 h. du soir.
7, brouillard pendant tout le jour.
8, brouillard pendant tout le jour; il est enveloppant jusqu'à 1 h. du soir.
9, brouillard enveloppant le matin.
10, très forte gelée blanche et brouillard enveloppant le matin.
11, très forte gelée blanche le matin.
12, très forte gelée blanche le matin; rosée le soir.
13 et 14, très forte gelée blanche le matin.
16, brouillard le matin et depuis 7 h. du soir.
17, brouillard le matin.
18, très forte gelée blanche le matin; brouillard enveloppant pendant tout le jour.
19, brouillard enveloppant le matin.
20, très forte gelée blanche le matin; brouillard enveloppant le matin, à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
21, très forte gelée blanche le matin; brouillard pendant tout le jour.
22, brouillard le matin et depuis 7 h. du soir.
23, brouillard le matin.
24, forte bise pendant tout le jour.
25, forte bise pendant tout le jour.
26, forte bise de 4 h. à 9 h. du soir.
27, légère chute de neige le matin; couronne lunaire à 10 h. du soir.
28, brouillard jusqu'à 7 h. du matin; quelques gouttes de pluie à 9 h. 10 m. du soir

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 11 h. matin	742.88	Le 2 à 5 h. matin	736.83
6 à 11 h. matin	740,79	5 à 3 h. soir	738.84
11 à 10 h. matin	740,15	8 à 4 h. soir	737.16
17 à 2 h. matin	739.05	15 à 3 h. soir	731.25
24 à minuit	728,61	21 à 4 h. soir	721.24
29 à 11 h. matin	732.13	26 à 4 h. soir	717.79

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM.	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIERES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernas
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	0.0	0.2	0.4	0.0	0.3	1,5	0 0	0 0

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	NEBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm.
1	738.82	+11.33	737.26	741.27	— 3.97	— 4.35	— 7.2	+ 1.6	922	+ 76	810	1000	...	...	calme	0.8	0.73	4.0	— 0.8	129.5
2	737.43	+ 9.98	736.83	738.80	— 2.93	— 3.38	— 5.0	— 1.7	988	+143	940	1000	...	...	S. 0	0.8	1.00	....	.....	129.0
3	740.69	+13.28	738.92	742.16	— 2.29	— 2.80	— 2.8	— 1.4	880	+ 37	840	930	...	...	NE. 1	5.0	1.00	3.8	— 1.0	128.0
4	742.06	+14.70	741.29	742.88	— 1.99	— 2.57	— 2.9	— 0.2	885	+ 43	810	930	...	...	NE. 0	1.0	1.00	4.1	— 0.7	125.9
5	740.25	+12.94	738.84	741.55	— 3.06	— 3.71	— 4.2	— 1.3	967	+127	860	1000	...	...	SE. 0	0.4	1.00	4.0	— 0.8	125.0
6	740.24	+12.98	739.74	740.79	— 2.92	— 3.64	— 4.2	— 1.1	984	+145	920	1000	...	...	calme	0.8	1.00	3.8	— 1.0	125.0
7	739.09	+11.88	738.21	740.21	— 2.30	— 3.10	— 3.6	— 0.6	948	+111	890	1000	...	...	NE. 0	1.0	1.00	3.3	— 1.5	123.0
8	737.87	+10.71	737.16	738.53	— 2.89	— 3.76	— 4.3	— 1.3	969	+134	900	1000	...	...	E. 0	0.6	1.00	3.2	— 1.6	123.0
9	737.99	+10.88	737.44	738.95	— 2.83	— 3.78	— 4.2	+ 0.4	957	+123	840	1000	...	...	calme	0.4	0.68	....	.....	122.0
10	739.21	+12.16	738.42	739.98	— 1.22	— 2.25	— 4.0	+ 3.0	920	+ 88	740	1000	...	...	calme	0.2	0.52	4.0	— 0.9	120.5
11	739.46	+12.46	739.01	740.15	+ 0.91	— 0.20	— 4.0	+ 6.9	806	— 24	570	970	...	...	NE. 0	0.4	0.07	4.2	— 0.7	120.0
12	737.06	+10.12	735.63	738.75	+ 1.09	— 0.11	— 3.7	+ 9.0	800	— 28	430	970	...	...	calme	0.6	0.10	4.5	— 0.4	120.0
13	734.44	+ 7.56	732.77	736.06	+ 0.63	— 0.65	— 4.8	+ 8.0	816	— 10	580	1000	...	...	calme	1.0	0.25	4.5	— 0.4	119.2
14	733.56	+ 6.74	732.50	734.38	+ 1.92	+ 0.55	— 2.2	+ 6.7	808	— 16	640	940	...	...	calme	1.7	0.27	4.6	— 0.3	118.3
15	732.54	+ 5.78	731.25	733.51	+ 1.81	+ 0.35	— 2.6	+ 6.0	768	— 54	530	960	...	...	var.	3.3	0.48	4.7	— 0.3	117.5
16	736.93	+10.23	733.47	738.84	+ 2.08	+ 0.53	+ 1.3	+ 3.2	746	— 74	680	810	...	...	NNE. 1	5.0	1.00	....	.....	118.0
17	737.92	+11.28	736.38	739.05	+ 1.66	+ 0.02	— 0.9	+ 5.0	794	— 24	670	940	...	...	calme	1.5	0.37	4.6	— 0.4	117.5
18	734.98	+ 8.40	732.50	736.88	— 1.87	— 3.61	— 4.1	+ 1.2	950	+134	890	1000	...	...	S. 0	1.0	1.00	4.1	— 0.9	116.0
19	729.22	+ 2.70	726.70	732.47	— 0.34	— 2.17	— 4.1	+ 4.8	961	+147	790	1000	...	...	calme	0.8	0.67	3.8	— 1.2	116.5
20	724.38	— 2.08	722.65	726.61	+ 0.34	— 1.59	— 3.6	+ 6.4	956	+144	820	1000	...	...	calme	1.5	0.77	4.6	— 0.5	116.7
21	722.08	— 4.31	721.24	723.48	+ 0.78	— 1.25	— 0.8	+ 2.8	908	+ 98	850	980	...	...	NE. 1	2.9	1.00	4.8	— 0.3	115.0
22	723.99	— 2.34	722.69	726.41	+ 1.30	— 0.83	0.0	+ 3.2	861	+ 54	780	930	...	...	N. 1	4.0	1.00	5.1	0.0	113.0
23	727.57	+ 1.30	726.65	728.39	+ 2.25	+ 0.02	+ 0.9	+ 4.9	830	+ 25	740	900	...	...	NNE. 1	4.2	0.92	....	.....	113.0
24	726.81	+ 0.61	725.04	728.61	— 0.87	— 3.20	— 4.1	+ 2.2	831	+ 28	790	910	...	...	NNE. 3	16.0	0.58	4.8	— 0.4	112.0
25	723.21	— 2.93	722.40	724.73	— 3.48	— 5.92	— 4.9	— 1.2	891	+ 91	840	930	...	...	NNE. 3	15.6	0.97	2.8	— 2.4	111.0
26	719.66	— 6.42	717.79	722.34	— 2.64	— 5.18	— 4.0	— 0.6	871	+ 73	790	930	...	...	NNE. 2	10.8	1.00	2.4	— 2.9	110.0
27	724.23	— 1.78	720.32	729.13	— 0.49	— 3.14	— 2.8	+ 2.1	832	+ 36	710	940	0.3	..	NNE. 1	5.6	0.90	2.2	— 3.1	108.0
28	731.22	+ 5.27	729.50	731.98	+ 3.58	+ 0.82	+ 1.0	+ 8.4	706	— 87	500	930	0.0	...	calme	1.7	0.98	2.4	— 2.9	108.0
29	731.09	+ 5.20	729.60	732.13	+ 4.61	+ 1.74	+ 2.5	+10.0	813	+ 22	740	890	...	...	var.	0.4	1.00	3.1	— 2.3	107.0
Mois	733.24	+ 6.40			— 0.45	— 2.05			875	+ 56						.307	0.77	+3.90	—1.06	118.19

MOYENNES DU MOIS DE FEVRIER 1896

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	739.57	739.31	739.50	739.86	739.16	738.71	739.24	739.59
2e »	734.89	734.58	734.67	734.75	733.91	733.03	733.21	733.36
3e »	725.47	725.40	725.52	725.83	725.39	725.04	725.70	725.97
Mois	733.57	733.36	733.49	733.74	733.07	732.51	732.96	733.22

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	— 3,35	— 3,70	— 3,99	— 2,92	— 1,47	— 1,00	— 2,08	— 2,61
2e »	— 1,21	— 2,08	— 2,45	+ 1,05	+ 4,00	+ 4,51	+ 2,58	+ 0,18
3e »	— 0,51	— 0,72	— 0,77	+ 0,28	+ 2,03	+ 2,18	+ 1,47	+ 0,47
Mois	— 1,73	— 2,22	— 2,46	— 0,56	+ 1,52	+ 1,89	+ 0,63	— 0,69

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	969	976	968	962	893	866	939	963
2e »	915	933	938	791	730	700	826	891
3e »	872	886	906	843	774	774	827	823
Mois	920	933	938	866	800	780	865	895

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	— 4,24	— 0,26	+ 3,77	0,89	1,10	...	125,09
2e »	— 2,87	+ 5,72	+ 4,40	0,50	1,68	...	117,97
3e »	— 1,36	+ 3,53	+ 3,45	0,93	6,80	0,3	110,78
Mois	— 2,87	+ 2,98	+ 3,90	0,77	3,07	0,3	118,19

Dans ce mois l'air a été calme 59,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 15,60 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 21°,5 E. et son intensité est égale à 44,3 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1896.

Le 21, brouillard pendant tout le jour.
22, brouillard à 7 h. du soir.
24, neige à 10 h. du soir.
25, neige par un fort vent à 10 h. du soir.
26, neige jusqu'à 1 h. du soir.
27, brouillard depuis 7 h. du soir.
28, forte bise depuis 10 h. du matin ; brouillard depuis 1 h. du soir.
29, brouillard par une forte bise pendant tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 4 à 1 h. matin	574,75	Le 2 à 8 h. matin	570,55
6 à 1 h. matin	573,32	5 à 4 h. soir	572,23
11 à 8 h. soir	572,75	9 à 5 h. matin	569,97
17 à 2 h. matin	570,98	15 à 4 h. soir	564,61
23 à midi	561,20	21 à 3 h. soir	557,10
28 à 10 h. soir	564,33	26 à 5 h. soir	550,65

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	572.39	+11,91	571,20	574.15	+ 0.58	+ 9,65	— 1,9	+ 5 3	.....	.....	....	NE.	1	0.05
2	570,96	+10 51	570.55	571,80	— 1 24	+ 7.83	— 4,1	+ 2.2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
3	572,65	+12 23	571,70	574,28	— 1,12	+ 7,94	— 4,9	+ 2,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
4	574.51	+14,13	574,17	574,75	— 4,12	+ 4.93	— 6,1	0.0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
5	572.94	+12,60	572 23	574,20	— 3.95	+ 5,09	— 6,5	— 0,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
6	572.84	+12.54	572.67	573 32	— 3,00	+ 6.03	— 5,4	— 0,1	.....	.....	....	NE.	1	0.00
7	571.89	+11,62	571,17	572 80	— 3,10	+ 5,92	— 4,9	— 0.1	.....	.....	....	NE.	1	0.00
8	570,80	+10.57	570,45	571,20	— 2,64	+ 6 37	— 5.0	+ 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0.00
9	570.53	+10.33	569,97	571,35	— 4.69	+ 4 30	— 7,1	+ 2.1	.....	.....	....	NE.	1	0,00
10	572,00	+11.83	571.00	572 70	— 5.07	+ 3,90	— 8,0	— 1.6	.....	.....	....	NE.	1	0,05
11	572,44	+12,30	572,03	572.75	— 4,20	+ 4,75	— 6 2	— 0,1	.....	....	....	NE.	1	0 00
12	571,05	+10,95	569,40	572,45	— 2 89	+ 6,04	— 5 0	+ 1,0	.....	.....	....	NE.	1	0.00
13	567,45	+ 7.38	566,81	569,50	— 7,22	+ 1,69	— 9,2	— 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,13
14	566.53	+ 6,49	566,30	567,00	— 4.60	+ 4,28	— 8,8	— 0,3	.....	.....	....	NE.	1	0.00
15	565,68	+ 5.67	564,61	566,70	— 6 02	+ 2,83	— 8,1	— 2,4	.....	.....	....	NE.	1	0.08
16	568.65	+ 8 67	566,15	570,72	— 5 99	+ 2,83	— 9,3	— 1,4	.....	.....	....	NE.	1	0.00
17	570.52	+10.57	570.00	570.98	— 4.35	+ 4,44	— 7,2	— 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0.00
18	569.21	+ 9,29	567.52	570,45	— 2.77	+ 5.99	— 5,8	+ 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0.00
19	565,07	+ 5.18	563 68	567,28	— 2 59	+ 6,14	— 5,9	+ 0,4	.....	.....	....	SW.	1	0,47
20	561,49	+ 1,62	560,48	563,20	— 3 60	+ 5 09	— 6,0	+ 0,9	.....	.....	....	SW.	1	0 00
21	558.22	— 1,63	557,10	560.55	— 8,55	+ 0,10	—10,7	— 5 0	.....	.....	....	SW.	1	1,00
22	558,36	— 1,47	557,35	559,95	— 8.19	+ 0 42	—11,9	— 4,7	.....	.....	....	var.		0,40
23	560.80	+ 0,99	560,00	561.20	— 9,35	— 0.78	—12,0	— 4 0	.....	.....	....	NE.	1	0.02
24	557.63	— 2.16	554,50	560,25	—12,94	— 4,41	—16,8	— 7,5	20	0,5	....	NE.	1	0.32
25	552,77	— 7,00	552,25	554,18	—14.52	— 6.03	—18.7	—11,3	.....	.....	....	SW.	1	0,63
26	551.51	— 8.24	550.65	552,53	— 6,22	+ 2,22	—14,0	— 2,2	200	10,8	....	var.		0,80
27	556,08	— 3,65	552,60	560.45	— 6,27	+ 2,12	—10,4	— 1,3	.....	.....	....	NE.	1	0,75
28	563,06	+ 3,35	560.82	564,33	— 9,10	— 0.76	—11,3	— 4,9	.....	.....	....	NE.	2	0.72
29	563.52	+ 3 82	563,20	564,12	— 7,99	+ 0,30	—11,4	— 5,0	.....	.....	....	NE.	2	1.00
Mois	566.26	+ 6,02			— 5 37	+ 3 24								0,22

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1896.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	572,53	572,19	571,97	572,21	572,01	571,90	572,14	572,24
2e » ...	568,53	568,02	567,95	567,99	567,65	567,40	567,49	567,44
3e » ...	558,04	557,81	557,92	558,09	557,90	557,77	558,11	558,32
Mois	566,66	566,29	566,23	566,37	566,13	565,96	566,19	566,27

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 3,83	— 1,38	+ 0,48	— 1,05	— 3,20	— 4,01
2e » ...	— 5,71	— 2,66	— 1,39	— 2,47	— 4,59	— 5,70
3e » ...	— 10,41	— 7,50	— 6,47	— 7,46	— 9,02	— 10,56
Mois	— 6,52	— 3,72	— 2,32	— 3,53	— 5,49	— 6,62

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade...	— 5,39	+ 1,24	0,01	....	...
2e » ...	— 7,15	— 0,29	0,07	....	...
3e » ...	— 13,02	— 5,10	0,63	11,3	220
Mois	— 8,37	— 1,26	0,22	11,3	220

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 4,17 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 65,5 sur 100.

SUR L'AIMANTATION DE L'ACIER

PAR LES

DÉCHARGES OSCILLANTES

DE LA

BOUTEILLE DE LEYDE

PAR

Henri VEILLON

Depuis quelques années j'ai l'honneur d'assister M. le professeur Hagenbach-Bischoff à Bâle dans des recherches approfondies sur les phénomènes d'induction qui accompagnent les décharges des condensateurs. Il est résulté de ce travail un matériel d'observation considérable et à beaucoup d'égards très important, mais, plusieurs points exigeant encore des études plus complètes pour permettre une interprétation des phénomènes dont il s'agit, M. Hagenbach s'est jusqu'ici abstenu d'une publication détaillée. Trois conférences portant le caractère de communications provisoires, faites en 1894 successivement devant la Société des sciences naturelles de Bâle, devant la Société helvétique à Schaffhouse [1], et devant la

[1] *Verhandl. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. Schaffhausen*, 1894, p. 65.

Arch. des sc. phys. et nat. Comptes rendus de la session de Schaffhouse 1894, p. 63.

Société allemande des sciences naturelles à Vienne[1], firent connaître quelques-uns des résultats les plus importants.

Or, la question qui est à la base du présent travail étant venue se poser au cours même de ces recherches, il sera nécessaire de résumer tout d'abord, aussi brièvement que possible, les quelques expériences qui lui ont donné naissance. Je me crois d'autant plus autorisé à le faire et à communiquer un résultat d'un travail qui se trouve encore en cours d'exécution, que M. Hagenbach avait déjà choisi ce chapitre comme sujet de ses communications.

La fig. 1 représente dans ses parties essentielles le dispositif employé pour l'expérience que nous allons décrire.

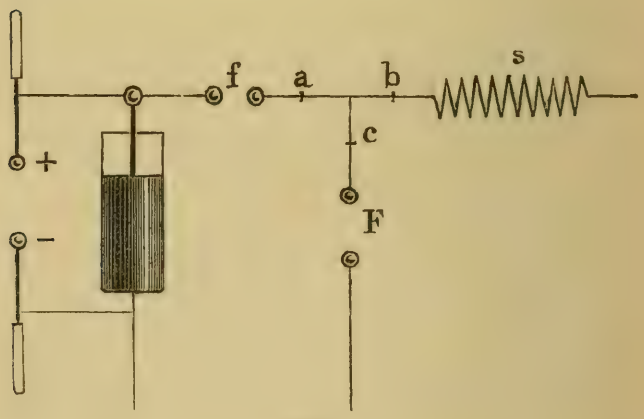


Fig. 1.

L'armature interne d'une batterie de bouteilles de Leyde est reliée au conducteur positif d'une machine de

[1] *Verhandl. d. Ges. deutscher Naturforscher u. Aerzte.* Wien 1894. Zweiter Theil, p. 86.

Holtz; l'armature externe et l'autre conducteur communiquent avec le sol. Un fil de cuivre, isolé avec le plus grand soin, conduit de la batterie à un premier excitateur *f* à vis micrométrique, et de celui-ci au sol en passant par une bobine *s* construite avec le même fil. C'est ce que nous appellerons le *circuit principal.*

La bobine, composée de 150 spires, ne formant qu'une couche unique en vue d'un isolement aussi parfait que possible, a pour effet d'augmenter le coefficient de self-induction du circuit. Entre l'excitateur *f* et la bobine, en un point sur la position duquel nous n'insisterons pas, le courant peut se bifurquer pour aller également au sol, mais en franchissant un second excitateur à vis micrométrique *F* semblable au premier. Nous nommerons ce chemin à partir de la bifurcation le *circuit latéral.* En *a*, *b*, *c* se trouvent trois galvanomètres balistiques, à constantes connues, qui permettent de mesurer les quantités d'électricité traversant les portions correspondantes du circuit. En vue de faciliter les expériences, la sensibilité de ces trois instruments a été préalablement réglée de telle sorte qu'une quantité donnée d'électricité les traversant successivement produise dans tous les trois exactement la même élongation.

Les excitateurs *F* et *f* étaient généralement munis de boules en laiton à calottes de platine; mais on fit aussi usage de pointes, de disques, etc., ce qui n'a pas d'importance dans le cas présent.

Nous allons maintenant, sans entrer dans des détails, indiquer un fait qui s'est trouvé vérifié de la façon la plus absolue par toutes les expériences. Donnons à la distance explosive *f* une valeur quelconque, par exemple, 10 mm., et supprimons pour un instant le circuit latéral avec son

excitateur. Mettant alors la machine en jeu, on constate à l'un des galvanomètres, *a* ou *b*, que la quantité d'électricité fournie par chaque décharge a une valeur parfaitement constante. Représentons-la, pour fixer les idées, par + 100, en convenant d'indiquer par le signe positif que le mouvement du fluide positif a eu lieu de la batterie au sol. Après nous être convaincus de l'invariabilité du phénomène, rétablissons le circuit latéral avec son excitateur. L'expérience montre alors que pour certaines valeurs de la distance explosive *F*, qui peu atteindre 20 mm., c'est-à-dire le double de *f*, la quantité d'électricité qui traverse le circuit principal au moment de la décharge, et qui se mesure en *b*, est considérablement plus grande que + 100. En *F* on remarque une étincelle intense, et le galvanomètre *c* accuse un flux d'électricité venant du sol et dont la quantité a exactement la même valeur absolue que le surcroît qui a lieu dans le circuit principal. Nous affecterons cette quantité du signe négatif puisqu'elle correspond à un flux d'électricité positive venant du sol, et nous pouvons dire que, sans aucune exception, *la somme algébrique des quantités d'électricité mises en mouvement dans le circuit principal et dans le circuit latéral est constante.* Cette somme aura ici pour valeur + 100, ce que l'on constate en effet au galvanomètre *a* qui est situé avant la bifurcation. En raison de l'analogie frappante entre ce phénomène et les phénomènes d'aspiration qui ont lieu en aerodynamique et en hydrodynamique M. Hagenbach s'est servi ici de l'expression d'*aspiration électrique*. Dans la suite nous nous conformerons à cette dénomination, tandis que nous parlerons de *décharge ordinaire* chaque fois que les phénomènes d'aspiration n'auront pas lieu.

Pour donner une idée de la grandeur que peut atteindre une pareille *transformation* occasionnée par une aspiration électrique nous citerons un exemple tiré d'une immense série d'expériences. On avait fait $f = 12$ mm. : la quantité d'électricité fournie par la décharge ordinaire, que l'on obtient en supprimant pour un instant le circuit latéral, était de $+ 400$ microcoulomb. Après avoir remis le circuit latéral en place, et y avoir fait $F = 23$ mm., la quantité qui traversa le galvanomètre *b* s'éleva au chiffre de $+ 10400$ et celle qui passa par *c* fut de $- 10000$ microcoulomb. La somme algébrique était donc égale à $+ 400$ microcoulomb, c'est-à-dire égale à la quantité fournie par la batterie, ce que l'on constata au galvanomètre *a*.

On voit que la transformation était considérable, mais nous nous hâterons d'ajouter que dans plusieurs cas il en fut observé de plus grandes encore. Ces aspirations très fortes sont fréquemment accompagnées de circonstances énigmatiques et bizarres qui en compliquent l'étude, mais, même dans ces cas, la loi de la constance de la somme algébrique des quantités d'électricité mises en mouvement dans le circuit principal et dans le circuit latéral ne se dément jamais.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces expériences, qui comme nous l'avons dit ne sont point encore terminées, et auxquelles sont venus se rattacher une foule de problèmes aussi intéressants que compliqués. Le présent travail ressort précisément de l'un d'eux.

Lorsqu'une décharge traverse un galvanomètre balistique il peut arriver que l'aiguille, après avoir exécuté ses oscillations, ne reprenne pas sa position première d'équilibre. Dans ce cas, la décharge n'a pas eu seulement pour

effet de donner une impulsion à l'aiguille, mais une partie de son énergie a évidemment servi à modifier l'équilibre des molécules magnétiques et par conséquent l'orientation de l'axe magnétique à l'intérieur de l'aiguille.

Ce cas de changement de la position d'équilibre a déjà été observé par Riess [1]. Dans les galvanomètres du système Wiedemann avec aiguilles en forme d'anneau, qui furent employés pour les expériences décrites plus haut, les décharges ordinaires ne produisirent jamais de pareilles déviations de l'axe magnétique, mais cela eut par contre lieu pour les décharges accompagnées d'aspiration. Pour de fortes aspirations, l'écart entre les positions d'équilibre avant et après le passage de l'électricité comporta jusqu'à 20 degrés de l'échelle, quand l'impulsion donnée à l'aiguille, avait été d'environ 600 degrés. Pour ce qui est du sens dans lequel cet écart a lieu par rapport au sens de l'impulsion communiquée à l'équipage mobile par la décharge, il fut impossible d'établir une règle : les écarts avaient lieu tantôt dans le même sens, tantôt dans le sens opposé de l'impulsion.

Lorsqu'une décharge aspirante avait ainsi modifié la position de repos de l'aiguille, des aspirations subséquentes de même ordre de grandeur n'y apportaient généralement plus de changement. Mais si pour une raison ou pour une autre, le galvanomètre venait alors à être traversé par une décharge ordinaire allant dans le même sens que précédemment, il se produisait un fait très singulier. L'aiguille suivait d'abord comme toujours l'impulsion due à la décharge, mais après avoir achevé son mouvement oscillatoire ; sa position d'équilibre se trouvait de

[1] Riess, Lehre von der Reibungselektricität, Bd. I, p. 478.

nouveau être la même qu'à l'origine de l'expérience, c'est-à-dire que l'écart occasionné par l'aspiration avait complètement disparu. Une décharge ordinaire, de même sens qu'une décharge aspirante, est donc capable de faire rebrousser chemin à l'axe magnétique de l'aiguille, quand celui-ci a été dévié de sa position primitive par l'aspiration, et nous nous hâterons de faire observer qu'il suffit de décharges ordinaires très faibles pour opérer ce retour. Il y a cependant des cas où le retour ne s'effectue pas en entier du premier coup mais où ce n'est que la succession de quelques décharges ordinaires qui parvient à le rendre complet.

Ce fait très curieux permet de supposer que dans leurs actions magnétiques, les décharges aspirantes et les décharges ordinaires se comportent fort différemment. Des expériences qu'il ne nous est pas possible d'indiquer ici, ont fait voir, que si au point de vue de la quantité (intégrale de idt) la décharge aspirante est très grande par rapport à la décharge ordinaire, elle lui est bien inférieure au point de vue de l'énergie (intégrale de i^2dt). Les conséquences qui en découlent pour la nature des oscillations dans les deux sortes de décharges, ne peuvent pas être discutées ici, mais elles auront sans aucun doute une importance capitale pour les phénomènes magnétitiques qui nous occupent. Réciproquement, les phénomènes magnétiques pourraient peut-être une fois jeter quelque lumière sur la forme du mouvement vibratoire des décharges.

Imaginons la représentation graphique d'une décharge oscillante où les temps sont portés sur l'abscisse et les intensités, alternativement positives et négatives, croissantes et décroissantes sur les ordonnées. La surface

comprise entre la courbe ainsi obtenue et l'abscisse est composée d'une suite de portions tournées alternativement en haut et en bas. Pour une décharge ordinaire, les valeurs absolues des intensités maxima décroissent assez lentement d'une portion à l'autre, et cela équivaut, pour l'action magnétisante de la décharge, à une série de chocs d'intensité décroissante et de sens alternant effectués sur les éléments magnétiques. La décharge ordinaire agit ainsi sur les molécules magnétiques de l'acier comme une sorte d'ébranlement.

Pour les décharges aspirantes, les circonstances sont très probablement tout autres. Les intensités maxima dans les portions successives décroissent selon toute probabilité, depuis la première, qui est évidemment excessivement grande, avec beaucoup plus de rapidité que précédemment. Une décharge aspirante agit ainsi sur les éléments magnétiques comme un choc violent spécialement dans un seul sens et non plus comme un ébranlement.

Cela établi, on peut se faire l'idée suivante du phénomène magnétique qui nous occupe. Par un choc violent, tel qu'il correspond à la décharge aspirante, les molécules magnétiques sont déviées de leur position d'équilibre, suivant la règle d'Ampère, et en prennent une nouvelle qui, en raison de la violence du choc et de la force coercitive de l'acier, sera nécessairement très peu stable. S'il survient maintenant une décharge ordinaire, celle-ci agira comme un ébranlement qui sollicitera les molécules magnétiques à quitter cet équilibre peu stable, pour rentrer dans la position qu'elles occupaient auparavant.

Quelle que soit d'ailleurs la marche des choses, il y aura sans doute une perte d'énergie dans ces variations

de l'axe magnétique. Dans les expériences sur l'aspiration électrique on pouvait donc se demander jusqu'à quel point cela pouvait entraîner des erreurs dans la détermination des quantités d'électricité par le galvanomètre balistique. Tel fut dans l'origine le problème que, sur le conseil bienveillant de M. Hagenbach, je m'étais proposé d'aborder. A cet effet, je construisis un appareil, une sorte de galvanomètre, permettant de donner aux aimants que l'on y suspendait, telle forme que l'on jugeait nécessaire. Evidemment, la forme de l'aiguille, a dans ces expériences, une importance considérable. L'aimant d'un galvanomètre Wiedemann a la forme d'un anneau, et dans un champ magnétique, il se comporte comme un corps dont les dimensions, dans le sens des lignes de forces, sont très petites par rapport aux autres dimensions. On voit suffisament, combien cela complique les phénomènes de l'aimantation[1]. Les aimants sur lesquels j'ai opéré avec cet appareil, avaient la forme de plaques carrées, rectangulaires ou rondes, suspendues par leur centre, de manière à ce que leur plan soit horizontal. Une bobine plate pour les décharges, formée de deux parties, recouvrait les plaques aimantées, tout en leur permettant de se mouvoir librement. La rotation des plaques se déterminait au moyen d'un miroir qui en était solidaire, et un dispositif spécial permettait de mesurer des angles de n'importe quelle grandeur. Au moyen de cet instrument, j'obtins des déviations de l'axe magnétique, déja par l'action des décharges ordinaires, et à plus forte raison, par celle des décharges aspirantes.

[1] Voir Donle, *Wied. Ann.* Bd. 41, p, 288, 1890. Quermagnetisirung dünner Stahllamellen.

Les phénomènes de la rétrogradation de l'écart produit par les décharges aspirantes, au moyen de décharges ordinaires, étaient encore bien plus prononcés que dans les galvanomètres. Mais d'une part, l'influence de la forme des aimants, de leurs dimensions, de l'intensité de leur aimantation individuelle, et d'autre part, la superposition de deux aimantations, introduisirent dès le commencement, un si grand nombre de complications qu'il me parût opportun, pour commencer, de me borner à étudier comment un morceau d'acier, vierge de tout magnétisme, s'aimante par l'action d'une décharge oscillante. C'est le sujet des quelques recherches qui vont suivre.

Aimantation de l'acier non magnétique.

Les premiers essais méthodiques, ayant pour but d'aimanter des aiguilles d'acier par la décharge de la bouteille de Leyde sont dus à Savary[1]. Dans ces expériences bien connues le fil traversé par la décharge était tendu au-dessus d'une série d'aiguilles, toutes parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction du fil. De l'une à l'autre les distances allaient en croissant, Savary obtint ainsi, suivant les distances des aiguilles au fil, la nature du circuit ou le degré de la charge, dans chaque série des groupes plus ou ou moins étendus dans lesquels l'aimantation se trouvait être alternativement normale et anomale. Il eut des résultats analogues en laissant passer la décharge par un fil enroulé en hélice autour des aiguilles. Dans l'interprétation qu'il essaya

[1] Savary, *Ann. de Chim. et de Phys.* Tome 34, p. 5 et p. 220. 1827.

de donner des curieux résultats obtenus par l'un et l'autre de ces procédés il incline à admettre, sans toutefois se départir d'une grande réserve, que la décharge n'est pas un phénomène simple, comme on le croyait alors, mais qu'elle consiste en un mouvement de va et vient des fluides électriques.

En 1845, c'est-à-dire dix-huit ans plus tard, Hankel rentra dans cette voie, et s'efforça d'établir, par les mêmes expériences répétées sur une plus vaste échelle, les conditions nécessaires pour que l'aimantation normale fasse place à l'aimantation anomale [1]. Ce savant partit pour ses explications de l'idée de la décomposition de la décharge en décharges partielles, combinée avec l'hypothèse d'Ampère sur la constitution des aimants. Chaque décharge partielle induit à sa naissance et à son évanouissement les courants moléculaires d'Ampère alternant de sens, et le magnétisme total en est la résultante. Ce dernier dépend du diamètre des aiguilles, de leur trempe et de leur distance au fil. Comme l'on voit, cette explication est tout à fait analogue à celle qu'on donne dans la théorie du diamagnétisme.

Citons enfin le mémoire de M. von Liphart [2], qui est particulièrement intéressant parce qu'il date d'une époque où l'on savait par les théories de Lord Kelvin et de Kirchhoff appuyées des expériences de Feddersen que suivant les circonstances la décharge de la bouteille de Leyde se décompose en décharges partielles ou devient oscillante. Dans ses expériences M. von Liphart introdui-

[1] Hankel, *Pogg. Ann.* Bd. 65, p. 537. 1845. Bd. 69, p. 321. 1846.

[2] von Liphart, *Pogg. Ann.* Bd. 116, p. 513. 1862.

sit d'après le procédé de Paalzow un tube de Geissler dans le circuit, ce qui devait lui permettre de reconnaître la nature de la décharge employée. Il tenta aussi de bifurquer le circuit par des soupapes électriques, telles que celles qu'utilisait Gaugain, dans l'espoir d'obtenir dans les deux branches correspondantes des aimantations contraires. Cela paraît avoir plus ou moins bien réussi suivant le degré du vide dans les soupapes.

Ajoutons enfin qu'il est aussi possible d'obtenir des aimantations anomales avec le courant galvanique, ainsi que l'ont montré Righi [1] et von Waltenhofen [2]. Pour cela il suffit de faire que la fermeture et la rupture du courant aient lieu aussi rapidement que possible. Dans ces moments, où le régime est variable, le mouvement de l'électricité porte le caractère d'une décharge, et les phénomènes magnétiques qui se produiront dans ces circonstances ne différeront pas essentiellement de ceux qui nous occupent.

(A suivre.)

[1] Righi, *Journal de Phys.* 1re série, t. X, p. 482. 1882.

[2] von Waltenhofen, *Wien. Sitz.-Ber.* 48. Abth. II, p. 565, 1863.

SUR QUELQUES
DÉRIVÉS IODÉS DE L'ANISOL
ET
SUR UN CAS DE
MIGRATION DE L'ATOME D'IODE

PAR

Frédéric REVERDIN

Supposant que les dérivés iodés de l'anisol pourraient présenter un certain intérêt au point de vue thérapeutique soit comme transporteurs d'iode, soit comme pouvant être susceptibles (tout au moins les produits de substitution ortho) de se transformer dans l'organisme en dérivés du guajacol, dont on connaît les bons effets, j'ai préparé quelques-unes de ces substances que, par l'entremise obligeante des « Farbwerken vormals Meister Lucius und Brüning » M. le Dr Heinz a bien voulu expérimenter physiologiquement.

L'une d'elles a été aussi expérimentée par les Drs Curchod et Dupraz.

Quoique les produits en question ne paraissent pas susceptibles jusqu'ici, d'après le résultat de ces recherches, de recevoir une application pratique, je me permettrai cependant de rendre compte des recherches chi-

miques que j'ai faites à cette occasion, car ces composés n'ont pas encore, à ma connaissance, été décrits. Ces recherches m'ont en outre conduit à constater un cas intéressant de migration atomique.

Ortho-iodanisol $C^6H^4(OCH^3)$ J. 1. 2.

On l'obtient en décomposant le dérivé diazoïque de l'o-anisidine au moyen de l'iodure de potassium. Le dérivé diazoïque de l'o-anisidine est introduit dans une solution concentrée renfermant un léger excès de la quantité théorique de ce sel, puis on chauffe progressivement au bain-marie ; il se dégage de l'azote et il se forme une huile fortement colorée et lourde qu'on laisse déposer puis qu'on lave avec de l'eau et avec une dissolution de carbonate de soude ; on la met ensuite en suspension avec une petite quantité d'eau saturée d'acide sulfureux et on distille à la vapeur d'eau. Une seconde distillation à la vapeur d'eau fournit une huile incolore ou très légèrement ambrée qui constitue l'o-iodanisol. On obtient 90 °/₀ du rendement théorique.

L'o-iodanisol se présente sous la forme d'une huile lourde, d'une densité de 1.8 à 20° ; il distille à 239-240° sous 730^{mm} de pression et possède une odeur aromatique très pénétrante. Il est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'acide acétique et dans l'alcool, très soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine et le benzène; il fournit avec l'acide sulfurique concentré à froid une émulsion,

Ortho-iod-para-nitro-anisol $C^6H.^3OCH.^4$ J. NO^2 1. 2. 4.

On obtient ce composé soit en introduisant peu à peu

deux parties d'o-iodanisol dans un mélange refroidi à 0° d'une partie d'acide nitrique fumant du poids spécifique de 1.5 et d'une partie d'acide acétique, soit en introduisant peu à peu l'acide nitrique de même densité et refroidi, dans la solution de deux parties d'o-iodanisol dans une partie d'acide acétique.

Dans le premier cas, la réaction n'est pas très vive et il n'est pas nécessaire de refroidir pendant toute la durée de l'opération ; après l'introduction du premier tiers de l'o-iodanisol le mélange se concrète et l'on peut ajouter de nouveau l'o-iodanisol sans refroidir, le mélange s'échauffe de lui-même et redevient liquide, on le refroidit et on continue l'introduction de la même manière.

Dans le second cas, il se dégage au début quelques vapeurs d'iode, mais à la fin de l'opération il est nécessaire de chauffer quelques instants au bain-marie pour terminer la réaction et obtenir un produit qui se solidifie par le refroidissement.

Le produit étant devenu solide on le lave d'abord avec de l'eau, puis avec une dissolution de carbonate de soude et on le fait cristalliser une première fois dans 7 parties d'alcool relativement à la quantité d'o-iodanisol mis en réaction, puis une seconde fois dans 5 parties d'alcool dans lequel on a fait passer un courant d'acide sulfureux.

On obtient ainsi 60 % du rendement théorique.

L'o-iod-p-nitranisol cristallise soit dans l'alcool, soit dans la benzine en belles aiguilles blanches, soyeuses, fusibles à 95-96°, il distille avec la vapeur d'eau.

Il a fourni à l'analyse le résultat suivant :

	Calculé pour $C^6H^3.OCH^3.J.NO^2$	Trouvé
J =	45.52 %	45.36 %

Produits secondaires de la nitration.

L'alcool de première cristallisation fournit par précipitation avec l'eau, une huile mélangée de quelques cristaux. Cette huile distille en partie avec la vapeur d'eau et passe à la distillation à feu nu de 240-290°. elle renferme de l'iode et de l'azote, mais elle n'a pas pu être suffisamment purifiée pour l'analyse.

J'ai, en revanche, isolé à l'état pur soit du résidu de la distillation à la vapeur d'eau, soit de l'alcool de seconde cristallisation, un composé iodé, ne renfermant pas d'azote et cristallisant en beaux prismes de la couleur du bichromate de potasse, fusible à 63-64°, plus soluble dans la benzine et dans l'alcool que le dérivé iod-nitré et qui a donné à l'analyse 67.7 °/₀ d'iode. Ce produit qui se forme du reste en petite quantité mais que sa belle cristallisation permet d'entrevoir quelquefois dans la première purification de l'o-iod-p-nitranisol provient peut-être d'une impureté de l'o-anisidine avec laquelle j'ai fait ces recherches.

On retire encore de l'alcool de cristallisation une certaine quantité d'o-iod-p-nitranisol fusible à 96°, produit principal de la réaction.

Ortho-iod-para-anisidine. $C^6H^3.OCH^3.J.NH^2$ 1. 2. 4.

On prépare cette base en introduisant peu à peu l'o-iod-p-nitranisol dans une solution bouillante de chlorure d'étain dans l'acide chlorhydrique. Le dérivé amidé se dépose par le refroidissement à l'état de sel double d'étain bien cristallisé qu'on filtre à la trompe et qu'on

dissout ensuite dans l'eau bouillante pour éliminer l'étain au moyen de l'hydrogène sulfuré. On concentre la solution filtrée et on l'abandonne à la cristallisation. Le chlorhydrate de la base se dépose sous la forme de belles aiguilles blanches, solubles dans l'eau ; sa solution additionnée de lessive de soude fournit un précipité blanc et cristallisé de la base; sa solution neutre donne avec $FeCl^3$ une coloration violacée qui apparaît au bout de quelques minutes et laisse ensuite déposer des flocons.

L'o-iod-p-anisidine est un peu soluble dans l'eau froide, elle se dissout à chaud dans une grande quantité d'eau d'où elle cristallise en belles aiguilles blanches, fusibles à 74-75° ; elle cristallise de même dans l'alcool étendu ; elle est soluble à froid dans l'alcool éthylique et dans l'alcool méthylique d'où l'eau la précipite en aiguilles, elle cristallise très bien de la ligroïne et distille avec la vapeur d'eau.

Elle se laisse facilement diazoter et son dérivé diazoïque fournit avec l'acide naphtol-sulfonique ($OH.HSO^3.1.4$) une matière colorante rouge dont la nuance est semblable à celle que donne le dérivé diazoïque de la p-anisidine.

Son *sulfate* moins soluble que le chlorhydrate cristallise en belles aiguilles blanches; son *picrate* cristallise dans l'eau en prismes jaune-soufre et dans l'alcool en prismes jaune-brun du système rhomboïdal droit, il se décompose vers 207°.

Son *chloroplatinate* bien cristallisé a fourni à l'analyse le résultat suivant :

	Calculé pour $(C^6H^3.OCH^3 J. NH^2, HCl)_2 PtCl^4$	Trouvé
Pt =	21.65 %	21.34 %

La *thiourée* correspondante

$$C{=}S \begin{matrix} -NH.\ C^6H^3.OCH^3.\ J \\ -NH.\ C^6H^3.OCH^3.\ J \end{matrix}$$

qu'on obtient en faisant bouillir la solution alcoolique de la base avec du sulfure de carbone se dépose sous forme cristalline pendant la réaction. Elle cristallise en aiguilles blanches, fusibles à 194-195°, insolubles dans l'eau et presque insolubles dans la plupart des autres dissolvants.

L'o-iodanisidine fournit par l'action de l'anhydride acétique un *dérivé acétylé*, lequel cristallise dans l'eau en feuillets blancs et transparents, fusibles à 152-153°, ce dérivé qui est facilement saponifié par une ébullition peu prolongée avec de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau constitue l'*o-iod-p-acetanisidine.*

	Calculé pour	Trouvé
	$C^6H^3.OCH^3.\ J.\ N^{H}_{C^2H^3O}$	
N =	4.82 %	4.78 %

L'o-iodanisidine traitée en solution alcoolique par l'amalgame de sodium a donné de la p-anisidine qui a été caractérisée par son point de fusion et la réaction colorée (violette) qu'elle fournit avec le perchlorure de fer, ainsi que par ses autres propriétés.

Elle possède donc la constitution :

la position de l'iode étant déterminée par le mode de

formation de l'iodanisol qui a servi de point de départ à sa préparation.

Dijodanisol $C^6H^3.OCH^3$. J. J 1. 2. 4.

J'ai préparé ce dérivé par la même méthode qui a servi pour le dérivé monojodé, c'est-à-dire en décomposant par l'iodure de potassium, le dérivé diazoïque de la base ci-dessus. Le dijodanisol qui prend naissance dans cette réaction se dépose sous la forme d'une huile brunâtre qui se concrète par le refroidissement, on le purifie le mieux par distillation avec la vapeur d'eau, quoique cette opération soit fort longue. Pour l'obtenir chimiquement pur on peut le dissoudre dans l'acide acétique et précipiter la solution par l'eau, le faire cristalliser dans l'alcool étendu ou mieux encore dans la benzine.

Le dijodanisol cristallise en gros feuillets prismatiques, fusibles à 68-69°, insolubles dans l'eau, très solubles dans les dissolvants organiques ordinaires. Il cristallise quelquefois dans l'acide acétique en belles aiguilles blanches.

	Calculé pour $C^6H^3.OCH^3$. J. J	Trouvé
J	70.55 %	70.47 %

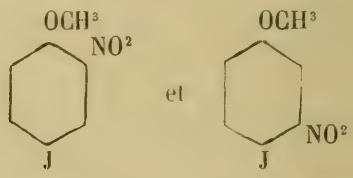
Le dijodanisol correspond d'après son mode de formation à la constitution suivante :

Para-iodanisol $C^6H^4.OCH^3$ J 1. 4.

La préparation du p-iodanisol est exactement semblable à celle de son isomère, mais ce dérivé qu'on purifie également le mieux par distillation avec la vapeur d'eau est solide. Il cristallise en feuillets blancs perlés, gras au toucher, fusibles à 51-52° et distille à 237° sous une pression de 726^{mm}. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans la plupart des dissolvants organiques d'où il cristallise facilement et possède une odeur rappelant celle de l'anis.

Nitration du p-iodanisol.

La nitration du p-iodanisol est plus difficile que celle de l'o-iodanisol et dans les conditions où j'ai opéré elle m'a toujours fourni un mélange de composés assez difficiles à séparer, mais elle m'a conduit à un résultat inattendu en ce sens qu'au lieu d'obtenir les deux isomères mononitrés théoriquement possibles,



j'ai pu isoler du produit de la réaction un composé fusible à 95-96° qui constitue l'*o-iod-p-nitranisol* et un second dérivé fusible à 73° qui est peut-être le *p-iod-o-nitranisol.*

Le premier de ces composés se prépare en introduisant peu à peu deux parties de p-iodanisol en poudre fine dans une partie d'acide nitrique du poids spécifique de 1.5, bien refroidi dès le début par un mélange de glace et de sel : les premières additions provoquent une

réaction assez violente et il y a quelquefois dégagement d'iode ; après avoir introduit le premier tiers de p-iodanisol, on continue l'opération de la manière indiquée pour le dérivé ortho, puis on chauffe quelques minutes au bain-marie jusqu'à ce que le produit de la réaction se concrète un peu rapidement par le refroidissement. Après lavage à l'eau et au carbonate de soude on fait cristalliser une première fois dans 8 parties d'alcool dans lequel on a fait passer un courant d'acide sulfureux, puis dans 5 parties d'alcool.

Pour obtenir un produit complètement pur il est encore nécessaire de le faire cristalliser dans 10 parties d'acide acétique étendu de la moitié de son volume d'eau ; l'iodo-nitranisol se dépose alors sous la forme de belles aiguilles blanches, fusibles à 95-96°. Il est soluble dans la benzine bouillante d'où il cristallise par le refroidissement en aiguilles, il est soluble dans l'alcool, un peu soluble dans l'eau bouillante et distille avec la vapeur d'eau.

		Calculé pour $C^6H^3.OCH^3.\ J.\ NO^2$	Trouvé
J	=	45.52 %	45.10 %

Ce dérivé a été transformé en *base* qui a été trouvée absolument identique à l'o-iod-p-anisidine.

Analyse du chloroplatinate.

		Calculé pour $(C^6H^3.OCH^3.\ J.\ NH^2.HCl)_2\ PtCl^4$	Trouvé
Pt	=	21.65 %	21.44 %

Le *chlorhydrate* de cette base, son *chloroplatinate*, son *sulfate*, son *picrate*, la *thio-urée* correspondante, son *dérivé acétylé*, le *dijodanisol* enfin qui en dérive, ont exactement les mêmes propriétés que les dérivés correspondants de l'o-iod-p-anisidine.

Analyse du dérivé acétylé.

	Calculé pour $C^6H^3.OCH^3.J.N^{H}_{C^2H^3O}$	Trouvé
N =	4.82 °/°	5.06 °/°

Enfin la base en question a fourni à la réduction au moyen de l'amalgame de sodium de la p-anisidine qui a été identifiée par son point de fusion, sa cristallisation et la réaction violette qu'elle donne avec $Fe\,Cl^3$.

Pour plus de sûreté encore, j'ai prié M. Francis Pearce, assistant de M. le Prof. Duparc de mesurer les cristaux des *picrates* préparés avec les bases obtenues en partant du dérivé nitré de l'ortho et du para-iodanisol et voici les résultats qu'il a eu l'obligeance de me communiquer, pour lesquels je lui adresse ici, tous mes remerciements :

Picrates d'iodanisidine.

« Ces deux corps, semblent être autant que l'on en peut juger, identiques au point de vue cristallographique ; les angles qui figurent ci-dessous sont le résultat des moyennes de mesures faites sur un grand nombre de cristaux de chaque espèce.

Les différences qui ont été observées entre ces deux sortes de cristaux, ne sont que de quelques minutes, qui dans ce cas peuvent être attribuées à des erreurs d'expériences, certaines faces étant striées ou imparfaites. Cela ressort du reste encore d'une série de calculs directs et inverses qui ont été effectués en partant de la face b $^1/_2$=(111) comme face primitive, mais en choisissant dans les différents calculs les divers angles que forme cette face.

On a trouvé dans les différents cas des valeurs très voisines pour les paramètres et les calculs inverses ont permis de juger la confiance que l'on pouvait accorder aux mesures. De nouvelles mesures effectuées conduisent aux angles qui figurent ci-dessous.

Ces cristaux sont assez gros, de couleur jaune-brunâtre, en général allongés suivant l'axe vertical et aplatis selon $h^2=(100)$, ils présentent les faces du macroprisme $h^3=(210)$, le pinacoïde $h^1=(100)$ et la protopyramide b $^1/_2=(111)$.

La brachydiagonale est axe des x.

On observe un clivage suivant g^1 et la face h^1 est généralement striée.

Système du prisme rhomboïdal droit.

$$a : b : c = 1.7800 : 1 : 0.5265$$

					ANGLES DES NORMALES Observé :	Calculé :
$b\frac{1}{2}$ $b\frac{1}{2}$	=	(111) (111)	=		53°.14	—
$b\frac{1}{2}$ $b\frac{1}{2}$	=	(111) ($\bar{1}$11)	=		29°.21	—
$b\frac{1}{2}$ $b\frac{1}{2}$	=	(111) $\bar{1}$11)	=		62°.20′	62°.16′
h^1 h^3	=	(100) (210)	=		41°.54′	41°.40′
h^3 $b\frac{1}{2}$	=	(210) (111)	=		60°.43′	60°.44′.30″
h^3 $b\frac{1}{2}$	=	(210) $\bar{1}$11)	=		83°.22′	83°.37′

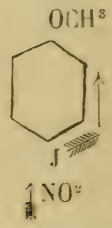
Propriétés optiques. Sur h^1, p et g^1 extinctions à 0°.

En lumière convergente, on voit que h^1 est perpendiculaire à la bisectrice aiguë.

Polychroïsme sur g^1, la vibration du plan des axes est jaune-verdâtre, nm = jaune-brun.

Les caractères optiques sont les mêmes pour les deux sortes de cristaux ». —

Tous ces faits permettent de considérer que le composé iodonitré qui prend naissance comme produit principal de la nitration du p-iod-anisol dans les conditions indiquées, constitue l'*o-iod-p-nitranisol*; il se formerait par suite de la *migration* de l'atome d'iode de la place 4 qu'il occupait primitivement dans la molécule à la place 2, ce qui permettrait au groupe NO^2 de se fixer en 4.



Il sera important en présence de ces faits de déterminer la constitution exacte du second dérivé iodomononitré fusible à 73° qui se forme dans la réaction, ce que je n'ai pas pu faire jusqu'ici, n'ayant plus sufffisamment de produit.

Il sera aussi intéressant de rechercher des cas analogues dans les dérivés iodonitrés préparés par nitration des dérivés iodés ainsi que dans les dérivés chloro et bromonitrés et je me réserve de faire de nouvelles recherches dans cette direction; ce sujet pourrait avoir une certaine importance au point de vue de la détermination des constitutions car son étude pourrait conduire à la révision de quelques formules de constitution établies d'après le mode de formation et admises jusqu'ici.

Iodnitranisol fus. : *à 73°* $C^6H^4.OCH^3.J.NO^2$ 1. 4. 2. (?)

Ce produit a été retiré de l'alcool et de l'acide acétique de cristallisation de l'isomère fusible à 96°, où il se trouve

mélangé soit avec cet isomère soit avec un produit secondaire fusible à 86-87°. On l'en a séparé par des cristallisations répétées dans l'alcool, puis dans l'acide acétique étendu et enfin dans la benzine; il est plus soluble dans l'alcool et l'acide acétique que son isomère et cristallise dans la benzine en belles aiguilles très légèrement colorées en jaune, fusibles à 73°.

	Calculé pour $C^6H^3.OCH^3.J.NO^2$	Trouvé
J	45.52 %	45.45 %

Le p-iodnitranisol fusible à 73°, se réduit un peu moins facilement que son isomère, car il fond pendant la réaction en une huile qui s'attaque lentement; la base qui en résulte distille avec la vapeur d'eau et fournit des sels qui paraissent plus facilement solubles que ceux de son isomère; son dérivé diazoïque donne par décomposition au moyen de l'iodure de potassium un *dijodanisol* présentant, comme point de fusion et solubilité les mêmes caractères que le dijodanisol $C^6H^3.OCH^3$. J. J. 1. 2. 4 déjà décrit ce qui ferait supposer que l'iodo-nitranisol fusible à 73° a la constitution indiquée; si je la donne dubitativement c'est que j'estime que des recherches ultérieures sont encore nécessaires à ce sujet.

Enfin le troisième produit que j'ai retiré en petite quantité des diverses eaux-mères cristallise le mieux dans un mélange de benzine et de benzène ou dans l'alcool; après des purifications répétées il est en aiguilles complètement blanches fusibles à 87° qui ont donné à l'analyse 11.89 % 11.93 % d'iode; il renferme de l'azote et constitue peut-être, d'après la manière dont il se comporte à la réduction, un mélange de dinitranisol et d'un

produit iodonitré ou simplement iodé qui serait retenu avec énergie.

M. le Dr Heinz nous a communiqué comme suit le résultat des essais physiologiques qu'il a fait avec un certain nombre des dérivés dont il vient d'être question :

« *o-iodanisol.* Il est sans action interne remarquable, fortement antiseptique et constitue un excitant local énergique.

p-iodanisol. Sans action interne, il ralentit mais sans l'empêcher complètement, le développement des bactéries et les phénomènes de décomposition, il agit comme excitant local.

Dijodanisol (OCH^3. J. J. 1. 2. 4). Sans action interne, il en a encore moins sur le développement des bactéries que le composé précédent et il n'est que faiblement excitant.

o-iod-p-acetanisidine. Elle est dépourvue d'action excitante locale, elle en a fort peu sur le développement des bactéries et prise intérieurement à forte dose, elle produit un léger assoupissement.

Iodacetanisidine [1] (préparée en partant du p-iodanisol). Elle présente les mêmes caractères que la précédente ; prise à forte dose elle produit un très léger assoupissement.

Les quatre derniers composés dont il vient d'être question ne sont doués que de *très faibles* propriétés antiseptiques. On a recherché si ces substances seraient susceptibles, comme l'iodoforme, d'éliminer l'iode dans certaines conditions. Tel n'est pas le cas, spécialement lorsqu'on

[1] Cette substance est en réalité la même que la précédente, elle avait été remise à M. le Dr Heinz avant que j'eusse constaté l'identité des deux produits et de fait le résultat des essais physiologiques a été le même.

les met en contact avec les tissus animaux. Dans les essais d'injections sous-cutanées ou d'introduction dans les plaies, on n'a pas constaté que de l'iode ait été mis en liberté, car on n'a pas retrouvé d'iodure alcalin dans l'urine.

Enfin on a encore essayé si ces substances provoqueraient une action directe en les introduisant dans des plaies infectées artificiellement et on a constaté qu'aucune d'elles n'est susceptible d'empêcher la suppuration. »

Il me paraît résulter entre autres des travaux de M. le Dr Heinz, deux faits qui peuvent avoir leur intérêt pour des recherches futures, c'est que la position (ortho ou para) de l'iode dans les iodanisols a une influence sur le pouvoir antiseptique et sur le caractère excitant du composé et en second lieu que l'introduction d'un second atome d'iode dans la molécule, atténue ces propriétés.

D'après les recherches physiologiques des Drs Curchod et Dupraz l'o-iodanisol ne semble pas agir activement sur les animaux tuberculeux, du moins employé en injection et il est relativement peu toxique.

Je ne terminerai pas sans remercier mon assistant M. le Dr H. Kauffmann qui a bien voulu se charger de l'analyse des dérivés dont il vient d'être question.

Genève, 11 mars 1896.

ÉTUDES DE BIOLOGIE FLORALE

DANS LES

ALPES OCCIDENTALES

PAR

John BRIQUET.

(*Suite et fin*[1]).

(Avec les planches IV, V et VI.)

---

8. Lychnis flos-Jovis Linn[2].

Les belles fleurs roses de cette Silénée sont douées d'une pollination croisée par l'intermédiaire des Lépidoptères, et à moindre degré des Apides, du moins en Valais et en Savoie (vallée du Reposoir). Le diamètre de la corolle atteint de 2 à 3,5 cm. Les fleurs sont groupées en cimes condensée visibles de fort loin.

Le calice tubuleux, à nervures saillantes et comprimées, est recouvert, ainsi que le reste de la plante, de longs poils produisant un tomentum lâche et enchevêtré

[1] Voir *Archives*, mars 1896, p. 234.

[2] Cette espèce a déjà fait l'objet d'une note de Herm. Müller (*Alpenblumen*, p. 199). Mais comme nous avons pu observer souvent sur place cette curieuse espèce et que nos cultures nous ont permis de poursuivre longtemps nos observations biologiques, nous n'hésitons pas à en redonner une description qui complète celle de H. Müller sur plusieurs points.

qui complique beaucoup la marche des fourmis et autres petits insectes déprédateurs. La résistance du calice est telle que l'on ne voit jamais le tube perforé et que l'accès du nectar par l'entrée du tube corollaire est rendu absolument obligatoire. Les pétales sont nettement différenciés en deux parties. D'abord un limbe étalé, obové, profondément échancré au sommet, d'un rose carmin en dessus, d'un rose très pâle ou presque blanc en dessous; ce limbe est étalé horizontalement. Au limbe succède un onglet, large de 2 mm. au sommet seulement, verdâtre, et perpendiculaire au plan dans lequel est situé le limbe. Les onglets sont insérés sur une colonne internodiale haute de 2-3 mm. ; leur hauteur est d'environ 10 mm. Mais comme le nectar, qui est sécrété par la base interne des filets, coule entre ces derniers et les onglets pour venir s'accumuler au fond du tube calicinal, il faut à un insecte une longueur de trompe totale de environ 15 mm. pour pouvoir butiner le nectar. Ce fait explique pourquoi la pollination est en majeure partie opérée par les Lépidoptères.

Les onglets sont un peu élargis au sommet et se recouvrent les uns les autres, de façon à constituer un tube dont les parois sont travaillées à jour et dont l'orifice est large de 1,5-2 mm. L'entrée de l'orifice corollaire est défendu par la coronule, dont les lobes acuminés et parfois dentés latéralement sont au nombre de deux par pétale. La pointe des lobes est tournée en dehors. La fonction biologique de la coronule est évidemment protectrice : elle entrave à la fois la marche des petits insectes déprédateurs et l'écoulement dans l'orifice corollaire des gouttes de pluie qui s'accumulent à la base du limbe. Nous avons remarqué qu'en temps de pluie, les gouttes qui

tombent sur l'orifice corollaire même, ne pénètrent pas à l'intérieur, retenues qu'elles sont tant par adhésion sur les parois de l'orifice que par l'air contenu à l'intérieur de celui-ci.

Quant aux organes sexuels, ils consistent en 10 étamines à anthères introrses et en un ovaire en forme de cône tronqué portant 5 styles. L'évolution très longue (3-6 jours) que subissent ces organes pour arriver à maturité peut être résumée dans la description de 3 stades principaux.

1° Stade préparatoire. Au moment où la corolle a étalé horizontalement ses limbes, les organes sexuels ne sont pas encore assez développés pour participer à la reproduction. Les styles terminés au sommet par une pointe aiguë et à peine papilleuse, sont incapables de faire germer le pollen, ils ont inclus dans le tube des onglets. Les étamines de longueur inégale sont placées sur deux cercles dont l'un dépasse les styles, tandis que l'autre n'atteint guère avec ses anthères que la moitié de la hauteur des styles. Les anthères ont des loges vertes et complètement fermées (fig. 8 A et D).

2° Stade mâle. Les étamines s'allongent rapidement ; elles font saillie hors de l'orifice ; puis enfin elles se couchent sur le limbe des pétales. Ce processus s'opère d'abord pour les 5 étamines internes : puis pour les 5 externes. Dès que les filets sont assez longs pour que les anthères aient dépassé l'orifice corollaire, les anthères s'ouvrent et laissent échapper en grande quantité du pollen pulvérulent et blanchâtre dont aucune partie ne peut d'ailleurs tomber sur les styles. Du reste, à ce moment là, les styles n'ont pas encore de surface stigmatifère développée et ne présentent que peu de différence d'avec le stade précédent (fig. 8 B et E).

3° Stade femelle. Quand les anthères ont émis leur pollen, elles se flétrissent et tombent, tandis que les filets, étalés sur le limbe des pétales, persistent. C'est à ce moment que les styles commencent à se transformer : ils grossissent et deviennent un peu renflés à leur extrémité. En même temps, ils subissent un allongement considérable qui les fait saillir en dehors de l'orifice corollaire. Le stigmate est «volubile» et fait sur lui-même 1 ou 2 tours, dont la direction est indéterminée. Enfin il se développe une surface stigmatique spéciale consistant en poils 1-2 cellulaires, hyalins, à parois très tendres, cylindriques, renflés en massue à l'extrémité et secrétant de petites gouttes d'un liquide incolore. Ces poils stigmatiques sont placés sur une ligne dorsale prenant naissance à quelque distance au-dessous du sommet, mais vers l'extrémité cette ligne s'élargit et finalement l'extrémité est complètement revêtue de ces poils (fig. 8 C et F).

La protérandrie excessivement accusée que nous venons d'étudier exclut totalement l'autopollination. Les papillons abordent la fleur du *L. flos Jovis* par les pétales et frottent les régions ventrales de leur corps contre les anthères ouvertes et tournées vers le haut lorsqu'il s'agit du stade ♂, ou bien ils pollinent les singuliers stigmates «volubiles» velus lorsqu'il s'agit du stade ♀.

On peut considérer le *L. flos Jovis* par le coloris de ses fleurs, par son abondante sécrétion de nectar, par la façon dont ce nectar est protégé, enfin par la structure de sa corolle et l'évolution de ses organes sexuels, comme une des plantes allogamiques les plus remarquables de nos Alpes.

9. Geranium rivulare Vill.

(*G. aconitifolium* L'Hérit.)

Ce *Geranium* est assez abondant dans les bois de mélèzes du Valais, où il atteint une altitude assez élevée, ainsi sur les flancs du Mont Catogne et dans les bois en montant de Zermatt au Lac noir où nous l'avons observé jusqu'à 2000 mètres d'altitude. Même dans ces localités élevées les fleurs sont visitées par les insectes les plus variés: Diptères, Hyménoptères et papillons.

La corolle n'attire pas le regard de très loin (fig. 9A): les pétales obovés sont d'un blanc pâle et parcourus par 5 veines roses; les veines qui flanquent la nervure médiane à droite et à gauche sont bifurquées: ces pétales servent de point d'appui aux insectes butinateurs. L'androcée forme deux cercles de 5 étamines, dont l'extérieur est plus court que les styles tandis que le cercle intérieur atteint ou dépasse un peu la hauteur des stigmates. Les filets réunis forment à la base une masse renflée sous laquelle sont placés les nectaires; ceux-ci, au nombre de 5, forment de petits mamelons verdâtres alternant avec les 5 étamines extérieures. Les nectaires sécrètent pendant presque toute l'anthèse du nectar, dont les gouttelettes se voient à la base des pétales. Ce nectar est protégé contre les petits insectes déprédateurs, de deux manières. D'abord au moyen des longs poils étalés qui hérissent la face externe des sépales, tandis que la face interne est tout à fait lisse, et qui entravent fortement la marche des petites fourmis (p. ex. *Formica pratensis*). En second lieu au moyen des poils étalés qui ornent la partie inférieure des filets staminaux et qui fonctionnent comme nectarostège.

L'appareil sexuel est protérandrique. Au début les anthères sont introrses, elles sont jaunes avec une ligne de déhiscence violette ; au moment où elles s'ouvrent, les 5 stigmates sont encore appuyés les uns contre les autres (fig. 9 C). Pendant l'émission du pollen les étamines se tournent graduellement vers l'extérieur et deviennent complètement extrorses. Une fois la maturation complète, les anthères se froissent un peu et deviennent violettes. Ce n'est qu'alors que l'on voit les stigmates s'écarter graduellement les uns des autres, et enfin s'étaler complètement en passant entre les anthères flétries (fig. 9 B). Les stigmates ont la forme de languettes cylindriques, blanches, recourbées à l'extrémité, et couvertes sur leur face interne — donc sur la face cachée au moment de l'émission du pollen — de papilles humides.

La pollination croisée est donc assurée dans la règle, tant par les visites fréquentes des insectes que par la protérandrie et les mouvements qu'exécutent les organes sexuels. Toutefois, il arrive parfois que les anthères portent encore des grains de pollen au moment où les languettes stigmatiques passent entre elles, et nous avons constaté à plusieurs reprises que les stigmates ramassent au passage quelques-uns de ces grains épars. L'autopollination peut par conséquent avoir lieu à la fin de l'anthèse dans le cas exceptionnel où les visites d'insectes auraient fait défaut.

10. Cytisus decumbens Spach.

(*Genista Halleri* Reyn.)[1].

Les fleurs du *C. decumbens* sont disposées en longues

[1] Voy. sur la position systématique de cette espèce : Briquet,

grappes feuillées et couchées qui jonchent le sol sur une série de points du Jura, par exemple au Marchairuz. Les pédicelles pourvus de deux très petites bractéoles sétacées et caduques sont placés deux par deux à l'aisselle des feuilles. L'organisation des rameaux florifères est dorsi-ventrale, c'est-à-dire que les pédicelles, les feuilles et les jeunes pousses sont dirigés vers le haut, soit vers la lumière. De plus, la plupart des pédicelles sont tordus de façon à ce que l'étendard soit tourné non du côté du sommet, mais dans la direction de la base organique du rameau. Le calice campanulé est profondément bilabié; la lèvre supérieure est entière ou à peine denticulée au sommet, tandis que l'inférieure est brièvement tridentée; le tube n'est que très faiblement poilu et n'oppose pas de résistance aux petits insectes et aux petits mollusques déprédateurs. Aussi avons-nous fréquemment constaté que l'étendard, les ailes et les étamines étaient mangées par les limaces.

L'étendard (fig. 10 B), différencié en un limbe largement obové, érigé, à bords un peu reployés en dedans, émarginé au sommet, et d'un beau jaune. Au voisinage du point où le limbe se rétrécit brusquement pour faire place à l'onglet, ce jaune devient doré et on remarque d'une façon plus nette les stries des nervures qui s'étalent en éventail. Il n'y a pas là de différenciation nette comparable aux nectarosèmes et aux pollinosèmes de tant d'autres Papilionacées. L'onglet est verdâtre, robuste et très court par rapport au limbe; il est complètement

Etudes sur les Cytises des Alpes maritimes, p. 159 et 160 (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*.)

caché par la lèvre supérieure du calice contre laquelle il s'appuie.

L'appareil labial (fig. 10 C) est aussi long que l'étendard ; il prolonge la direction du tube calicinal. Les onglets des ailes et de la carène sont grêles et plus longs que ceux de l'étendard : ceux de la carène sont appuyés contre le labiole calicinal sur toute leur longueur, tandis que ceux des ailes dépassent un peu les marges du labiole. Les limbes des ailes sont concaves extérieurement ; ils enveloppent complètement la carène en dessus, mais non point en dessous. Comme les ailes sont un peu plus longues que la carène, leurs extrémités se croisent même au-dessus de cette dernière. Les marges des ailes sont pourvues à leur base d'une petite pleuridie surmontée d'une invagination. La carène, à marges tronquées et pleuridiées à la base, est pourvue latéralement à sa partie inférieure de deux évaginations en forme de saillies sur lesquelles sont appuyées les invaginations des ailes ci-dessus mentionnées. La forme générale de la carène est celle d'un canot ; son extrémité est tronquée-obtuse et se termine en cul-de-sac, grâce à la soudure des marges.

Les organes sexuels sont entièrement cachés dans la carène. Les étamines forment une longue monadelphie, portant au sommet cinq anthères allongées à courts filets, et cinq anthères ovoïdes à longs filets. Au moment de l'émission du pollen qui a lieu en deux fois — d'abord pour les étamines inférieures, ensuite pour les étamines supérieures — les loges sont tournées du côté des marges libres de la carène. Le style entouré par la gaine adelphique est plus long que les longues étamines ; il est placé au-dessous des étamines, mais sa pointe arquée à stigmate oblique dépasse les anthères.

Le *Cytisus decumbens* ne sécrète pas de nectar ; sa fleur est visitée par les bourdons qui y butinent du pollen. La mise en mouvement de l'appareil labial exige un fort travail musculaire. L'étendard, dont le solide onglet est appuyé contre le labre calicinal, présente à la partie inférieure de son limbe un point d'appui au bourdon. Celui-ci, à cheval sur les ailes qu'il essaie d'écarter, pousse fortement sur elles, avec ses pattes, ensuite de quoi les organes sexuels qui ne cèdent point à la pression du bourdon sortent violemment de la carène en en déchirant l'extrémité (fig. 10 A). Le pollen pulvérulent est projeté contre l'abdomen du bourdon. Nous avons observé qu'en temps de pluie, il se forme comme dans l'espèce suivante une boulette de pollen qui est plus difficilement projetée au dehors.

Par le beau temps, la pollination est sans doute souvent croisée par l'intermédiaire des bourdons, attendu que le stigmate n'est point en contact avec les anthères et que, au moment de l'explosion, le sommet du style touche l'abdomen de l'insecte avant les anthères. Par la pluie, c'est différent; la boulette de pollen se dégage sous l'action de l'eau et nous avons vu, après une forte averse, une série de fleurs non encore visitées par les insectes qui présentaient un style complètement jaune de grains de pollen collés à sa surface sous l'action de l'humidité.

L'appareil explosif du *C. decumbens* ne peut fonctionner qu'une fois de la façon normale que nous venons de décrire.

11. Anthyllis montana L.

L'*A. montana* est un des ornements du mont Salève au mois de mai, où on le voit très recherché des bour-

dons et surtout de l'*Apis millifica*. On peut aussi fréquemment observer des papillons suçant du nectar sur les capitules d'un beau rose de cette plante.

Le calice tubuleux est pourvu de longs poils blanchâtres, comme du reste l'appareil végétatif; il est un peu contracté au-dessous de la gorge. Les dents longuement sétacées et ciliées, disposées en deux lèvres selon le type 2/3, entourent la corolle et en rendent l'accès difficile aux petits insectes déprédateurs.

La coloration d'ensemble caractéristique que présentent les capitules est due essentiellement aux étendards. L'étendard est en effet bien plus long que les ailes et la carène (fig. 11 A); il les dépasse de plus de 5 mm. Comme il est peu érigé et semble, grâce à la forme du calice placé directement sur le prolongement du tube, l'étendard joue un rôle protecteur contre la pluie dans les parties situées à la périphérie du capitule et qui font un angle avec la verticale. Tandis qu'après une averse, les fleurs perpendiculaires du centre du capitule sont pleines d'eau, celles de la périphérie fortement inclinées n'en contiennent que peu ou point.

Vu de l'intérieur, le limbe de l'étendard est concave, de forme oblongue et coloré en rose vif; sur ce fond apparaissent des nervures divergentes d'un rose foncé; la base du limbe est blanche, puis verdâtre, à nervures à peine apparentes; le champ rose pénètre dans le champ blanc sous la forme d'un triangle très aigu de coloration foncée. Ce triangle est placé exactement au dehors de la carène, au point sur lequel — comme nous allons le voir — le bourdon ou l'abeille doit appuyer pour faire sortir le pollen de la carène. L'*A. montana* possède donc un *nectarosème* très caractérisé. Après s'être un peu rétréci

à la partie inférieure, l'étendard s'élargit de nouveau pour former deux pleuridies arrondies, au moyen desquelles il embrasse les ailes. Au-dessous de ces pleuridies, l'étendard se rétrécit subitement en un étroit onglet d'un blanc verdâtre.

Le limbe rose des ailes est très étroit et concave (fig. 11B); il est pourvu à sa base d'une marge un peu pleuridiée, verte, qui embrasse étroitement la carène, de telle sorte que cette dernière et les ailes sont réunies très solidement en un seul appareil. On éprouve quelque peine à séparer cet appareil dans ses parties constituantes : ce détail est très important pour en comprendre le fonctionnement. Les onglets des ailes et de la carène sont étroits, délicats et hialins, beaucoup moins résistants et moins robustes que l'onglet de l'étendard. La carène en forme de canot est obtuse. A la base du limbe, qui est d'un blanc verdâtre, les marges sont recourbées en dedans, et comme c'est à ces marges que les ailes sont accrochées, on comprend que la résistance opposée par ces dernières, lorsqu'on essaie de les détacher, soit très considérable.

A l'intérieur de la carène se trouvent les organes sexuels (fig. 11C). Ceux-ci forment une diadelphie, mais la dixième étamine est agglutinée jusque très haut avec les neuf autres, de sorte qu'au premier abord il semble n'y avoir qu'une monadelphie. Tout à fait à la base, on aperçoit deux orifices nectariens [1], donnant accès au corridor periovarien qui est constamment rempli d'un nectar sucré et très abondant. Le pollen pulvérulent ne s'accumule dans la partie antérieure de la carène au-dessus des éta-

[1] Voy. sur ces orifices les descriptions de H. Müller (*Die Befruchtung der Blumen durch Insekten*, p. 220 et suiv.)

mines qu'en temps de pluie, il forme alors une masse blanche qui entoure le style verdâtre. Le stigmate capitellé dépasse très légèrement la masse de pollen ; parfois il est complètement entouré par elle; il est sec et le pollen n'adhère point spontanément à lui.

D'après les détails qui précèdent, on voit que la fleur de l'*A. montana* appartient au type des Papilionacées pourvues d'un appareil à bascule [1]. L'insecte s'accroche avec ses pattes antérieures à la base des limbes des ailes, puis il appuie fortement le vertex de sa tête contre le nectarosème de l'étendard. L'étendard pourvu d'un onglet robuste, résiste à la pression, tandis que les ailes à onglets délicats cèdent sous le poids qui les oppresse ; elles entraînent avec elles la carène, mais non pas le massif des organes sexuels ; ceux-ci tendent à sortir de la carène en poussant devant eux le paquet de pollen qui vient saupoudrer l'abdomen de l'insecte qui butine.

La question de savoir si les Apides produisent une pollination croisée ou directe est difficile à résoudre d'une façon absolue. Dans la majorité des cas, le stigmate, dépassant un peu les anthères, arrive avant elles en contact avec l'abdomen de l'insecte. Mais cette particularité ne saurait suffire à faire admettre que la pollination est toujours croisée ; dans beaucoup de cas le stigmate semble pouvoir être polliné par le pollen des étamines qui l'entourent. Nous devons ajouter que l'autopollination sans visite d'insectes nous paraît très peu probable. Ainsi que Delpino et H. Müller l'ont observé chez plusieurs autres

[1] Cfr. Delpino (*Ulteriori osservazioni*, P. I p. 39 et suiv. et Taubert dans Engler und Prantl, *Die naturlichen Pflanzenfamilien*, III Teil, Abteilung 3, p. 88 et suiv:)

Papilionacées [1], le stigmate est complètement sec quand il est à l'état de repos dans la carène. Cet organe ne devient humide et ne retient le pollen que lorsqu'il est frotté d'une façon mécanique, ainsi que cela a lieu lors de la visite des Apides.

Les capitules de l'*Anthyllis montana* dégagent pendant l'anthèse une odeur de miel très vive et très agréable qui s'ajoute, au point de vue de l'attrait des Apides, à la coloration des fleurs.

Ainsi que l'a déjà indiqué Vaucher [2], les calices tombent avec le fruit qu'ils enveloppent d'une membrane blanche et ne disparaissent que très tard.

12. Ononis rotundifolia Linn.

Les magnifiques fleurs roses de cette Papilionacée attirent de loin une foule d'insectes, particulièrement des Lépidoptères et des Apides par l'intermédiaire desquels la pollination a lieu très régulièrement. Nous avons observé à plusieurs reprises l'*O. rotundifolia* sur les rochers du mont Salève (sentier des Bûcherons et base de la Grande Gorge) et c'est dans cette localité que nous avons établi la description qui suit.

Les feuilles largement trifoliolées, les axes et les calices sont complètement couverts de grosses glandes stipitées, dont les têtes sécrètent constamment un liquide visqueux. Ce liquide visqueux entrave considérablement ou complètement la marche des fourmis déprédatrices; les petits diptères restent souvent collés à ces glandes et meurent sur place.

[1] Voy. Delpino, l. c. et H. Müller, loc. cit. p. 232.

[2] Vaucher, *Histoire physiologique des plantes d'Europe*. t. II, p. 87.

Les fleurs sont ordinairement rapprochées par groupes de trois au sommet de rameaux axillaires nus. Le calice brièvement pédicellé est différencié en un court tube campanulé pourpré à la base et cinq longues dents vertes et subulées. C'est le tube calicinal qui maintient en position les onglets des pièces corollaires, car dès qu'on l'a enlevé, l'étendard et l'appareil labial se séparent au moindre choc l'un de l'autre.

L'étendard est érigé (fig. 12C), de forme obovée, apiculé au sommet et présentant un sillon longitudinal. A droite et à gauche de ce sillon, le limbe est élégamment reployé en arrière. A la base, l'étendard est largement arrondi en un court onglet, large, résistant, concave, à concavité tournée vers le centre de la fleur, et blanc. La surface du limbe est de $1,7 \times 1,5^{cm}$, l'onglet n'atteint que $2,5^{mm}$ de longueur. La couleur du limbe est d'un beau rose. Il existe un *nectarosème* présentant un dessin intéressant. Notons d'abord que la couleur blanche de l'onglet se prolonge sur toute la partie du limbe qui est recouverte par l'appareil labial. Il faut ensuite signaler le fait que la nervure médiane et les deux ou trois nervures latérales du voisinage sont colorées en rose très vif, tandis que toutes les autres nervures sont colorées en rose plus pâle. Le point même sur lequel les insectes appuient le vertex de leur tête est très vivement coloré en rose.

Les ailes enveloppent complètement la carène (fig. 12E), qui les dépasse en dessous seulement. Le limbe est elliptique et en forme de cuiller, il mesure $1,3 \times 0,7^{cm}$ de surface. Il porte à la base et en haut une petite apophyse arrondie. Les ailes sont rosées en dehors et blanches intérieurement. L'onglet est très grêle et long de $2,5^{mm}$. La réunion des ailes avec la carène a lieu dans l'*O. rotundifolia*

non point au moyen d'une simple invagination comme dans les autres Papilionacées étudiées dans ce travail, mais au moyen d'une apophyse pleine, allongée, conique, très solide, dont la direction est presque parallèle au plan du limbe qui la porte, et qui est exactement et complètement enfoncée dans une invagination de la carène.

La carène possède, comme les ailes, des onglets grêles et très courts (fig. 12D); elle a la forme d'une nacelle longuement rostrée. Le rostre est tubuleux, long de 4-5^{mm} et ouvert seulement au sommet. L'orifice apical du rostre est circulaire; son diamètre est de 0,1-0,2^{mm}. Au contraire, la partie naviculée de la carène est élargie et largement ouverte à la partie supérieure, de façon à laisser voir à l'intérieur la base de la diadelphie. Toute la partie antérieure de la carène est colorée en rose, particulièrement le sommet du rostre qui est d'un rose très vif.

Les organes sexuels sont complètement cachés dans la carène (fig. 12F). Les étamines forment une diadelphie, dont les anthères sont placées sur deux rangs; les supérieures sont plus ovoïdes, les inférieures plus étroites. La dixième étamine possède un filet un peu élargi à la base et enfoncé contre la carpelle. Il en résulte que le corridor nectarifère est mis en communication avec l'extérieur non plus par deux trous, comme c'est le cas dans l'espèce précédente par exemple, mais par deux fentes. La partie libre des filets fait un angle d'environ 40° avec le tube adelphique.

Le carpelle est couvert de poils et de glandes stipitées dans sa partie ovarienne. Il se prolonge en un style filiforme, brièvement capité et couvert de papilles stigmatiques au sommet. Le style dépasse les anthères. Les pa-

pilles stigmatiques ne deviennent humides et pollinables qu'après frottement pendant la plus grande partie de l'anthèse. Les fleurs âgées nous ont présenté des styles à papilles sécrétant un liquide un peu visqueux, mais ces styles avaient déjà été pollinés.

D'après la description précédente, les fleurs de l'*O. rotundifolia* présentent une organisation du type dit « à pompe refoulante » [1] qui fonctionne avec une précision merveilleuse. Les ailes enveloppant la carène en dessus, ce sont elles qui servent de marche-pied à l'insecte pollinateur (fig. 12A). Sous le poids de l'insecte, les ailes descendent de façon à faire saillir le rostre de la carène. A ce moment, les limbes des ailes sont dans un plan presque horizontal, ils entraînent la carène (fig. 12B). Les étamines, au contraire, résistent et les anthères sont refoulées dans le rostre qui est rempli de pollen. Comprimée par en bas, la masse pollinique cherche une issue par en haut et sort graduellement de l'orifice du rostre sous la forme de petites saucisses ou de bandes vermiformes. La pompe refoulante constituée par l'appareil labial et les étamines peut fonctionner un très grand nombre de fois. Si la pression est un peu forte, le sommet du style sort aussi légèrement de l'orifice du rostre et se frotte contre l'abdomen de l'insecte.

Quand la corolle ne porte pas d'insecte, elle est complètement fermée, et comme la fleur est déjà très protégée par son appareil glanduleux, on peut le considérer comme une des plus parfaitement construites de nos Papilionacées indigènes.

Chez l'*O. rotundifolia*, la pollination croisée est la règle.

[1] Cf. Delpino, l. c. et Taubert, l. c.

Dans le cas exceptionnel où il n'y aurait pas de visite d'insectes, l'autopollination peut avoir lieu à la fin de l'anthèse.

13. Astragalus aristatus L'Hérit.

Peu de localités se prêtent aussi bien à l'étude de cette Papilionacée épineuse que les pentes abruptes par lesquelles on descend du Désert de Platé en Savoie, sur le petit village de Passy non loin de Sallanche. On trouve là d'immenses tapis de cet *Astragalus* qui s'étendent de 1600-2000 mètres.

Les capitules de fleurs roses et blanches placés à l'aisselle des feuilles sont peu apparents dans le fouillis des rameaux couchés sur le sol : ils sont néanmoins visités dans la localité indiquée par les bourdons et surtout les abeilles, en grand nombre. Le calice, renflé dans sa région médiane, est jaunâtre, ses nervures sont roses, et ses longues dents sétacées vertes ; il est couvert de longs poils ascendants. Ces poils ne protègent guère la fleur, on voit courir sans peine à leur surface les fourmis et les petites araignées.

La corolle dépasse longuement les dents calicinales ; son organisation générale ressemble beaucoup à celle de l'*Anthyllis montana*. L'étendard (fig. 13A) dépasse d'environ 4^{mm} l'appareil labial et protège ce dernier dans une grande mesure contre la pluie ; mais cette protection est très inégale suivant les fleurs qui ne font pas toutes un angle convenable avec la verticale. Le limbe est ascendant, longuement obové, émarginé au sommet, creusé en rigole sur son plan de symétrie, à concavité tournée en dedans, à marges souvent enroulées en dessus ou au moins un peu relevées ; il est d'un blanc rosé à nervures

marquées en rose pâle. A la hauteur des dents calicinales, le limbe se retrécit en onglet large, concave, à concavité tournée vers l'intérieur, blanc et hyalin. Les onglets de l'appareil labial (fig. 13B) sont très grêles, très délicats et hyalins. Les limbes oblongs des ailes sont concaves dans leur partie antérieure, mais cependant sans envelopper la carène; ils en sont au contraire distants de plus de 1^{mm} et dépassent son extrémité de $1,5\text{-}2^{mm}$. A la partie postérieure, les limbes des onglets sont tronqués et pleuridiés du côté axoscope; un peu en avant de la pleuridie ils offrent une invagination qui s'appuie sur l'évagination en saillie que présentent à la base les flancs de la carène. Celle-ci a la forme d'un court canot obtus et à marges un peu soudées au sommet; elle enveloppe complètement les organes sexuels.

L'androcée diadelphique forme une gaine ouverte postérieurement, mais en réalité fermée par l'ovaire et la dixième étamine. La gaine adelphique est légèrement creusée circulairement à la base et sécrète abondamment du nectar. Le nectar s'accumule dans le corridor circulaire qui entoure l'ovaire et peut être pompé au moyen des deux orifices nectariens situés à droite et à gauche, à la base de la dixième étamine.

L'*A. aristatus* possède un appareil *explosif* ne fonctionnant bien qu'une fois. Le bourdon appuie fortement sa tête et la partie dorsale de son thorax contre la base du limbe de l'étendard et pousse les ailes vers le bas. Les ailes entraînent alors la carène avec elles, tandis que les organes génitaux font explosion au dehors au milieu d'un nuage de poussière pollinique (fig. 13C). Nous avons remarqué que dans l'*A. aristatus*, à moins d'un accident particulier, l'appareil labial reprend sa position primitive après le dé-

part du bourdon et peut fonctionner de nouveau. Seulement, comme la soudure qui faisait du sommet de la carène un cul-de-sac a été supprimée, les organes sexuels entrent et sortent de la carène, sans qu'il y ait explosion. Au début, l'*A. aristatus* a donc des fleurs d'abord organisées sur le type « explosif, » puis plus tard sur le type d'une « charnière automatique. »

Le stigmate dépasse sensiblement les étamines et se met en tout cas en contact avec le corps de l'insecte avant celles-ci. Comme pour les espèces précédentes, il est cependant fort possible que le stigmate soit saupoudré par le pollen des étamines qui l'entourent pendant l'explosion.

En temps de pluie, nous avons remarqué à plusieurs reprises que la petite boulette de pollen était projetée avec une force suffisante contre l'étendard pour y rester collée et un peu aplatie, lorsqu'on mettait l'appareil labial en mouvement.

14. Saxifraga Cotyledon Linn.

Les panicules gigantesques de cette plante la font reconnaître de loin sur les rochers de protogine du massif des Aiguilles-Rouges (vallée d'Entre-deux-Eaux et de Bérard), où les fleurs sont surtout visitées par les mouches.

Les pétales obovés libres chez lesquels le limbe arrondi d'un blanc mat passe insensiblement à l'onglet un peu verdâtre, font contraste avec le calice d'un rouge pourpre. Le diamètre de la corolle atteint 1,5 cm. à la fin de l'anthèse; les fleurs du sommet sont plus petites que les autres. Toute la partie supérieure de la plante, y compris les axes de l'inflorescence et le calice, est couverte de glandes stipitées rougeâtres très nombreuses, qui sécrè-

tent en petite quantité un liquide un peu visqueux. Cette viscosité n'empêche pas les grosses fourmis d'atteindre la fleur, mais elle arrête très bien de petits Coléoptères, de petites araignées et des pucerons ; elle doit être envisagée à ce point de vue comme un appareil de protection.

Les dix étamines sont d'abord rapprochées au centre de la fleur de façon à dominer le pistil, puis elles s'en écartent graduellement et viennent s'appuyer contre la corolle (fig. 14 A). Ce premier mouvement accompli, les étamines alternipétales arrivent d'abord à maturité ; les anthères sont placées de telle sorte que leur pollen, lorsqu'il tombe, chute entre les pétales. Sensiblement plus tard, c'est le tour des étamines épipétales; le pollen de ces dernières, lorsqu'il tombe, glisse sur l'onglet des pétales et chute sur l'ovaire, sans jamais pouvoir toucher le pistil, fait que nous avons constaté à mainte reprise.

La ligne de déhiscence de chaque sac anthérien est latérale, mais les parois des sacs en se recourbant en dehors font que l'anthère devient entièrement saupoudrée de pollen à la maturité.

Pendant que se passent tous ces phénomènes, les pistils sont incapables de recevoir le pollen : ils sont très courts, et placés au centre de la fleur complètement à l'écart des anthères. Ce n'est qu'après l'ouverture des anthères à la périphérie de la fleur qu'il se développe des surfaces stigmatiques papilleuses libres.

Une fois l'émission du pollen terminée, les étamines se recourbent lentement vers le centre de la fleur où elles se réunissent en un faisceau dans lequel les anthères sont très rapprochées les unes des autres (fig. 14 B). Les pistils étalent alors leurs surfaces stigmatifères entre les filets des étamines, en écartant les branches du faisceau. Mais

comme les anthères sont complètement desséchées et ont perdu tout leur pollen, nous n'avons jamais constaté que ce phénomène entraînât l'autopollination.

La protérandrie est tellement accentuée que nous n'hésitons pas à voir dans le *S. Cotyledon* une plante adaptée à la pollination régulièrement croisée par l'intermédiaire des mouches.

Les deux pistils et leurs ovaires sont jaunâtres pendant la déhiscence des anthères et reposent sur un disque vert qui sécrète du nectar dont les gouttelettes s'accumulent dans le canal qui sépare le gynécée de la corolle. Les mouches abordent la fleur par le limbe de la corolle ; on ne voit pas d'insectes déprédateurs passer entre les pétales, car le passage est obstrué non seulement par les étamines alternipétales, mais encore par les cils rigides qui ornent l'onglet des pétales.

15. Aposeris fœtida Less.

Les calathides de cette espèce restent fleuries très peu longtemps et comme cette floraison a lieu à l'ombre des Conifères, au moins dans la plupart des cas, le nombre des insectes visiteurs est relativement peu considérable. Par exemple, dans les bois autour de la tourbière de Sommans (Alpes Lémaniennes), où l'*A. fœtida* est très abondant, nous avons presque constamment constaté sur les calathides des Coléoptères, des Diptères et des Vespides, tandis que nous n'y avons que rarement remarqué des bourdons et pas de papillons.

Le diamètre de la calathide fleurie est d'environ 2,5-3 cm. : tous les organes sont d'un beau jaune, le nombre des fleurs est de 10-25 par calathide ; elles sont disposées de telle sorte que les corolles viennent s'étaler sur

les bractées involucrales, tandis que les organes sexuels, du reste tous très isolés les uns des autres, occupent le centre de la calathide. Les ligules sont quinquédentées (fig, 15 A), mais à dents rapprochées en deux massifs contenant l'un 2, l'autre 3 pièces, et séparés par un sinus de profondeur variable ; la longueur de la ligule est d'environ 1, 3-1, 5 cm. Le tube corollaire est très étroit et long de 2-2,5 mm ; il contient du nectar en assez grande abondance. La base des ligules est ornée de nombreux poils coniques, pluricellulaires, assez résistants, dirigés en dehors. Ces poils s'enchevêtrent les uns dans les autres et empêchent complètement les insectes (Coléoptères) de descendre entre les fleurs sur le péricline.

Toutes les fleurs sont ☿ et par conséquent protérandriques. Le développement des fleurs d'une même calathide nous a paru s'opérer, au point de vue des organes génitaux, d'une façon sensiblement synchronique. Les filets longs de 1,5 mm., portent un manchon anthérien haut de 4 mm. Le style, au moment où il a atteint son complet développement, dépasse ce manchon d'environ 4 mm. Les poils balayeurs[1] sont uniformément répartis sur toute cette longueur, ils ont la forme de petites sétules coniques, 1-2 cellulaires, à parois assez épaisses, dirigées vers le haut. Ces poils balayeurs débarrassent habituellement d'une façon presque complète le manchon anthérien de son pollen. Les lobes stigmatiques, subulés, cylindriques, sont un peu aplatis sur leur

[1] Voy. Cassini, *Ebauche de la synanthérologie (Opuscules phytologiques*, vol. I, p. 14) ; Hildebrand, *Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Compositen (Verh. der K. Leop.-Carol. Akademie* XXXV) ; Delpino, l. c., I p. 111 et suiv. ; Hoffmann, dans Engler und Prantl, l. c. IV Teil, Abt. 5, p. 111 et suiv.

face interne, et pourvus sur toute leur surface interne de minuscules papilles stigmatiques; au contraire sur le côté extérieur convexe on trouve presque jusqu'au sommet des poils balayeurs. Pendant un certain temps les branches du style sont courbés en arc, et il n'y a aucun contact direct possible entre la surface stigmatifère et le pollen ramassé par les poils balayeurs (fig. 15 B). A ce moment-là, les insectes visiteurs peuvent opérer une pollination tant croisée que directe, les deux cas pouvant également se réaliser. Mais à la fin les deux branches s'enroulent en dedans, et viennent mettre directement en contact la surface stigmatifère avec le pollen balayé (fig. 15 C). Pour le cas où la pollination n'a pas encore eu lieu par geitonogamie et xénogamie, il se produit ainsi régulièrement une fécondation par autogamie.

16. Onosma vaudense Greml.

Cette forme d'*Onosma* n'est qu'une race locale de l'*O. echioides* Linn., race qui nous a présenté des particularités biologiques intéressantes. Les fleurs d'un jaune-soufre répandent une odeur de miel douce, mais très sensible, qui attire de nombreux insectes, dont les plus zélés sont les bourdons, les abeilles et une série de Lépidoptères. L'abondance du nectar dans la fleur de l'*Onosma* est aussi un appas puissant pour les fourmis; aussi celles-ci cherchent-elles à pénétrer dans la corolle, mais leur marche est considérablement entravée par les longues soies rigides qui existent sur les tiges et sur les calices de cette plante. Au jardin botanique de Genève, par exemple, où on cultive l'*O. vaudense* depuis plusieurs années, on ne trouve que rarement des fourmis dans les tubes corollaires,

tandis qu'elles abondent dans la plupart des autres plantes sécrétant autant de nectar. Nous n'avons pas constaté encore jusqu'ici de perforations du tube de la corolle, comme en pratiquent les bourdons sur bon nombre d'autres Borraginées.[1] Il est certain que les dents calicinales longues de 1,2 cm., hérissées de poils rigides de toute part et peu écartées les unes des autres rendent l'attaque du tube difficile.

Au début de l'anthèse, les fleurs sont dirigées vers le bas, mais dès le début de la floraison, elle prennent une position oblique, puis horizontale. La corolle très élégante, est cylindrique-campanulée (fig. 16 A); elle débute par un tube étroit, qui s'élargit graduellement, et se renfle en une gorge spacieuse rétrécie un peu au-dessous du sommet. Au-dessus de ce rétrécissement se trouvent cinq petits lobes aigus horizontaux ou repliés. Ces lobes sont poilus tandis que le reste de la corolle est glabre. On pénètre dans la corolle par un orifice vaguement pentagonal d'un diamètre de 5 mm. La corolle elle-même est longue de 2-2,3 cm.

La partie renflée du tube corollaire contient l'appareil génital qui a une disposition particulière (fig. 16 A). Les étamines ont des filets jaunâtres très larges à la base, rétrécis au sommet et sont synanthérés. En effet, les anthères très longues (6-6,5 mm.) et linéaires forment un manchon qui entoure le style comme dans les Composées. Les anthères sont constituées par deux loges étroites et très allongées, introrses, à bases écartées de façon à donner à l'organe entier une apparence sagittée;

[1] Voy. Lœw, *Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europa, sowie Grönlands*, p. 279 et suiv.

au sommet, les deux loges se terminent aussi par deux petites languettes libres. Les languettes de la base, aussi bien que celles du sommet sont un peu recourbées en dehors. Pendant l'anthèse, la cohésion entre les anthères du manchon synanthéré est obtenue par le fait que les languettes sagittales de chaque anthère sont soudées latéralement avec celles de sa voisine, de sorte qu'en fendant la corolle, on éprouve quelque résistance à ouvrir le manchon synanthéré (fig. 16 B.).

Le style mince, cylindrique, droit et lisse, atteint une longueur de 2,5 cm. et plus ; il dépasse donc l'orifice de la corolle de 5 mm. environ et fait librement saillie au dehors. Il se termine au sommet par deux lobes stigmatifères très courts, obtus, ne portant de papilles stigmatiques qu'à leur face interne (fig. 16 C.). Dans le bouton, le style est placé entre les anthères, mais les lobes stigmatifères ne sont pas encore développés ; ce n'est que lorsqu'il a dépassé les étamines et fait saillie hors de la corolle que les lobes se développent.

La sécrétion du nectar est effectuée par cinq petites écailles nectarifères placées exactement au fond du tube corollaire (fig. 16 D). La sécrétion du nectar est si abondante que nous en avons souvent constaté vers les 2 ou 3 heures de l'après-midi, au milieu de juin, 2-3 mm. cub., quoique les insectes visitassent les fleurs depuis le matin.

Les fleurs ont normalement besoin de l'intervention des insectes pour être pollinées. Ces derniers s'accrochent au petits lobes poilus qui entourent l'orifice de la corolle et projettent la partie antérieure de leur corps dans le tube. En faisant cela, ils heurtent avec leur trompe et leur tête les filets et les parties saillantes du manchon anthérien par les fentes duquel le pollen s'écoule

aussitôt et vient saupoudrer tous les organes du visiteur qui sont dans son voisinage immédiat. Les bourdons, les abeilles et surtout les papillons touchent régulièrement le style en arrivant à la fleur. La pollination est par conséquent régulièrement croisée. Le pollen d'une fleur ne peut tomber sur son propre stigmate, grâce à la position oblique ou horizontale des fleurs. A la maturité la corolle tombe, entraînant avec elle les étamines. A ce moment les papilles stigmatiques viennent donc régulièrement en contact avec le manchon anthérien au travers duquel elles glissent; mais à ce moment la pollination a déjà eu lieu depuis longtemps et les ovaires sont passablement renflés, au moins dans les fleurs que nous avons examinées. Il est évident que dans le cas exceptionnel où les visites d'insectes viendraient à faire défaut, l'autopollination doit s'opérer de la manière qui vient d'être décrite.

17. Androsace lactea Linn.

Quoique cette élégante petite Primulacée, qui abonde dans le Jura septentrional et dans la chaîne du Stockhorn, soit visitée sur les rochers par des Diptères et des petits papillons, sa pollination s'opère presque toujours directement et spontanément.

Ce qui attire les insectes mentionnés, c'est la couleur d'un blanc pur de la corolle, dont le limbe large de 1,1 — 1,2 cm. et étalé est taché de jaune à la base (fig. 17A). C'est peut-être aussi une sécrétion de nectar de la part des parois de l'ovaire; nous devons dire toutefois que ce point qui a été carrément affirmé par M. Kerner[1] pour d'autres espèces, mérite au moins une confirmation, car

[1] Kerner, *Pflanzenleben*, p. 171.

chez l'*A. lactea* nous n'avons pas réussi à nous convaincre que les gouttelettes de liquide que l'on rencontre accidentellement sur l'ovaire étaient sécrétées par la plante. Il se peut, en effet, fort bien que ce liquide soit simplement de la vapeur d'eau condensée à la surface de l'épiderme. Il ne saurait habituellement s'agir de gouttes de pluie, car nous avons pu vérifier très facilement chez l'*A. lactea* les indications de M. Kerner concernant la protection des organes sexuels en temps de pluie[1].

Le tube corollaire forme une sorte de chambre (fig. 17 B), haute de 3 mm. et large de 2 mm., dont le plancher est occupé par l'ovaire aplati et dont le plafond voûté est percé d'une ouverture polygonale large de 0,5 mm. au moins. On observe aisément en temps de pluie que les gouttes restent suspendues sur l'étroit orifice et sont empêchées d'y pénétrer par l'air contenu dans la chambre interne.

Du centre de l'ovaire s'élève un style dont le stigmate capité est dominé latéralement par les cinq anthères qui le touchent presque. Comme le développement des anthères et du style est synchronique, il en résulte que le pollen tombe spontanément sur le stigmate et produit l'autopollination spontanée. Les insectes ne peuvent guère selon nous, en introduisant leur trompe dans l'orifice de la chambre corollaire que collaborer à cette autopollination.

Nous n'avons pas vu dans l'*A. lactea* trace de l'hétérostylie signalée dans le genre *Androsace* par M. Kerner sans malheureusement que cet auteur ait spécifié sur quelques espèces il a fait cette observation[2].

[1] Kerner, l. c. p. 111.
[2] Kerner, l. c. p. 301.

18. Androsace villosa Linn.

Cet *Androsace* est protégé par un abondant indument hérissé, à la fois contre une transpiration trop abondante et contre les petits insectes déprédateurs. Sa corolle est un peu plus grande que celle de l'espèce précédente ; elle commence par présenter une teinte carnée autour de l'orifice, puis elle devient complètement blanche avec l'âge.

Nous avons étudié avec soin cette plante à la Dôle (Jura vaudois) où elle abonde et nous avons pu confirmer sur elle, toutes les indications données à propos de l'espèce précédente. On ne reconnaît chez elle ni hétérostylie, ni sécrétion de nectar. L'organisation de la fleur est la même que pour l'*A. lactea*. Nous n'avons pas observé de visiteurs.

19. Daphne alpina L.

Cette rare Thymélaeacée peut être observée abondamment en fleurs pendant les mois de mai et juin sur les rochers du Salève (rochers d'Archamp, rochers du Coin, sentier des Bûcherons). Ses fleurs d'un blanc de lait sont rassemblées en bouquets sessiles et entourés d'une touffe de feuilles d'un vert glauque.

La fleur est, somme toute, peu apparente; le diamètre de la corolle est de environ 1 cm. Les lobes du calice corollin sont étalés, lancéolés et cordés à la base (fig. 18). On pénètre dans le tube verdâtre par une entrée ± carrée, dans les angles de laquelle sont placées 4 anthères sessiles ou subsessiles. Ces anthères ne sont pas situées sur le même

plan, celles qui sont attachées aux lobes les plus extérieurs dans la préfloraison sont insérées plus haut que les deux autres. Environ 1 mm. ou 1,5 mm. plus bas dans le tube on rencontre une deuxième rangée de 4 anthères, alternes avec les premières. Enfin, sensiblement au-dessous de la seconde rangée d'anthères, se trouve le stigmate. Ce stigmate a la forme d'une tête aplatie, blanchâtre, complètement couverte de trichomes hyalins et très courts; il est sessile sur un ovaire renflé pourvu d'une couverture de poils brillants couchés et dirigés vers le haut. La base de l'ovaire est conique. Nous ne voyons aucune trace de disque ou de nectaire, pas plus que de nectar.

Les anthères sont d'un jaune-orange au moment de l'émission du pollen; ensuite elles blanchissent, d'abord celles du cercle supérieur, puis celle du cercle inférieur.

Nous avons aperçu à plusieurs reprises des papillons et des mouches posés sur les bouquets du *Daphne*, mais nous ne pensons pas qu'ils jouent un rôle actif dans la pollination. L'introduction de leur trompe dans le tube de la corolle ne peut avoir pour conséquence que de faciliter la chute du pollen sur le large stigmate velouté situé au-dessous des anthères.

20. Daphne Cneorum Linn.

Ce *Daphne* qui fleurit en mai sur les pentes du Jura au Marchairuz, se distingue de suite de l'espèce précédente par deux caractères d'une certaine importance biologique. Les fleurs sont d'un beau rose foncé et douées d'un parfum doux et pénétrant : aussi sont-elles souvent visitées par les papillons. Elle forment des bouquets à l'extrémité des rameaux, et comme ceux-ci sont très nom-

breux, la plante est visible de loin au moment de l'anthèse [1].

Le diamètre du limbe calicinal est de environ 1-2 cm. Les lobes sont ovés-elliptiques (fig. 19 A), obtus et très brièvement mucronulés au sommet, en cœur à la base, ils sont creusés d'un sillon sur leur ligne médiane. Tandis que le limbe est glabre, le tube est pourvu d'une pubescence fine et apprimée. On pénètre dans ce tube par un orifice assez nettement carré dans certaines fleurs, presque circulaire dans d'autres. Le calibre du tube n'est pas constant; il est plus faible vers l'orifice (1,8 mm.) que vers la base (2,5 mm.). L'intérieur du tube est complètement lisse et présente comme l'espèce précédente deux rangées d'anthères. Ces rangées d'anthères sont séparées par une distance de 3-4 mm. ; elles présentent les mêmes caractères que celles de l'espèce précédente, à cette différence près qu'elles sont portées par un filet blanc beaucoup plus net.

La distance séparant la dernière rangée d'anthères du stigmate est d'environ 4 mm. Ce dernier a la forme d'un gros mamelon, concave à la partie supérieure, et recouvert d'un indument velouté, fin et hyalin. Le stigmate n'est pas sessile sur l'ovaire; il en est séparé par un très court pédicule qui tranche par sa couleur blanche sur l'ovaire vert. L'ovaire est obconique, renflé à sa partie supérieure et brièvement pubescent. Nous n'avons trouvé à sa base ni disque, ni nectaire différencié d'aucune sorte.

Cependant comme la fleur est abondamment visitée

[1] Nous avons pu étudier à loisir ce *Daphne* pendant sa floraison en 1895 sur les pieds magnifiques provenant du Marchairuz et cultivés au Jardin alpin d'acclimatation dirigé par M. Correvon à Genève.

par les papillons, au moins quand la saison n'est pas défavorable, et que l'étroitesse et la longueur du tube (1,3 cm.) cadrent bien avec une fleur à Lépidoptères, nous considérons comme très probable que les papillons pompent des gouttes sucrées que l'on trouve le matin au fond du tube au commencement de l'anthèse. Ces gouttes de nectar seraient secrétées par la partie inférieure de l'ovaire. Cette partie n'est pas, il est vrai, différenciée en nectaire, mais sa surface n'est pas la même que celles des parties supérieures de l'ovaire. Au lieu de présenter des poils tecteurs, l'épiderme de l'ovaire montre à la partie inférieure une surface papilleuse, luisante et humide, que nous considérons comme le siège de l'excrétion (fig. 19 B).

D'après tout ce que nous venons de voir il est évident que la pollination peut être de trois sortes différentes. 1° Les fleurs qui, dans le bouquet ont une position horizontale ou même inclinée vers la terre, ne peuvent être pollinées que par l'intermédiaire des papillons. Il dépendra du hasard que cette pollination soit : *a)* croisée au moyen du pollen charrié par la trompe de l'insecte d'une fleur à l'autre : *b)* directe au moyen du pollen transporté de la même manière sur le pistil de la même fleur. 2° Dans les fleurs orientées verticalement ou peu obliquement, le pollen pourra tomber directement des étamines sur le stigmate.

Il faut ajouter que le stigmate est assez large pour ne laisser qu'un très faible espace entre lui-même et la paroi du tube, de sorte qu'il est immanquablement effleuré par la trompe du papillon qui butine.

Nous saisissons cette occasion pour mentionner un fait biologique curieux qui nous a été communiqué par M. Badel, amateur distingué de plantes alpines, qui cultive

les deux *Daphne* étudiés ici dans ses rocailles à Chêne près Genève. On trouve régulièrement beaucoup de fruits à la maturité sur le *Daphne alpina*, tandis qu'on a beaucoup de peine à en trouver sur le *Daphne Cneorum*. Cette différence entre les deux espèces est due, selon M. Badel, à ce que les fruits de *D. Cneorum* sont très recherchés des fourmis. Celles-ci enlèvent les fruits dès le début de leur maturité et les charrient dans leurs fourmilières [1]. On est obligé pour avoir des fruits de les cueillir avant la maturité, de les laisser mûrir au soleil sur du papier, en ayant soin de se garantir des fourmis qui les enlèvent immédiatement si on leur en laisse l'accès [2].

[1] L'auteur de cette communication n'a pas poursuivi plus loin le sort de ces fruits.

[2] Cet article était imprimé quand nous avons eu connaissance d'une note de M. Meehan sur le *Daphne Cneorum (Self-fertilizing flowers* [*Contributions to the life-histories of plants V1* in *Proceed. acad. nat. sc. of Philad.* 1891, p. 281]). Dans cette note, M. Meehan décrit sommairement la fleur du *D. Cneorum* et considère son organisation comme déterminant l'autopollination. L'auteur suppose qu'en Europe, cette fleur est peut-être pollinée par des Lépidoptères à longue trompe. Nous avons vu plus haut que ces deux opinions sont toutes les deux justes. Il est très intéressant de constater qu'aux États-Unis, on ne trouve pas non plus de fruits à la maturité chez le *D. Cneorum*.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

G. Foussereau. Leçons de physique a l'usage des élèves de la classe de mathématiques spéciales, etc. *(Optique)*.

Toutes les questions d'optique faisant partie du programme d'admission à l'Ecole Polytechnique sont traitées dans ces leçons. Ce programme ne comportant que l'étude de l'optique *géométrique*, l'auteur a suivi le plan habituel des grands traités de physique, étudiant successivement la propagation, la réflexion et la réfraction de la lumière, en donnant une attention spéciale à tout ce qui dans la théorie trouvera plus loin une application aux instruments d'optique (par exemple l'étude des systèmes d'optique centrés, l'achromatisme, etc.). Les chapitres de la vision et des instruments d'optique occupent une place considérable dans l'ouvrage de M. Foussereau. « Les notions de grossissement, de champ et de clarté ont été généralisées, dit la préface, de manière à faire dériver d'une définition commune la diversité si grande que présente leur application aux divers instruments. »

L'avant-dernier chapitre a trait à la mesure des indices de réfraction, toujours au point de vue de l'optique géométrique élémentaire, et dans le dernier sont exposées les trois méthodes classiques pour la mesure de la vitesse de la lumière.

Les nombreuses figures de cet ouvrage sont claires et le texte disposé de façon que des élèves encore peu familiarisés avec des développements mathématiques de quelque longueur ne seront point déconcertés par une abondance exagérée de lettres et de formules.

F. L. P.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

S^t von Kostanecki et J. Tambor. Sur l'α-cumaryle-phényl-cétone (*Berichte* XXIX, p. 237, Berne).

On pouvait espérer arriver en partant de la 2-oxybenzalacétophénone à la *flavone*, substance mère de la chrysine, de la fisétine et de la quercétine.

Il s'agissait pour cela de transformer le résidu cinnamique du composé ci-dessus en résidu benzoylacétique et d'éliminer une molécule d'eau de de la 2-oxybenzoylacétophénone ainsi obtenue.

$C^6H^4 \begin{cases} OH \\ CO.CH^2.COC^6H^5 \end{cases}$, la flavone étant $C^6H^4 \begin{cases} O \\ CO—CH \end{cases} C.C^6H^5$

Les recherches entreprises avec le dibromure de l'acétyl-2-oxybenzalacétophénone ont montré que cette substance est très facilement transformée par l'action de la potasse alcoolique et qu'il se forme un composé possédant la formule brute de la flavone mais de constitution toute différente.

Ce composé $C^{15}H^{10}O^2$ fournit par l'action de la soude en fusion de la cumarone et de l'acide benzoïque, il doit être considéré comme l'*α-cumaryle-phénylcétone* qui se serait formée par élimination de *2* H Br. Cette cétone fond à 91°, elle cristallise dans l'alcool et donne avec H^2SO^4 concentré une solution jaune, dépourvue de fluorescence.

Diamant a préparé d'une manière analogue son homologue l'*α-cumaryle-p-tolylcétone*

$$C^6H^4 \begin{cases} O \\ CH \end{cases} C.COC^6H^4CH^3$$

qui fond à 96° et donne par l'action de la potasse en fusion de la cumarone et de l'acide p-toluylique. L'*o-oxybenzal-méthyl-p-tolylcétone* qui a servi pour cette préparation a été

obtenue en condensant l'aldéhyde salicylique avec la méthyle-p-tolylcétone. Elle est en feuillets incolores, fusibles à 152°. son *dérivé acétylé* fond à 112° et son dibromure à 136-137°.

A. Cornelson et St von Kostanecki. Action des aldéhydes sur les cétones (*Berichte* XXIX, p. 240, Berne).

D'après les recherches de Schmidt, de Claisen et de Pender les aldéhydes réagissent sur les cétones en présence de lessive de soude très étendue pour donner des cétones non saturées d'après l'équation générale :

$$R.CH : O + CH^2 \begin{matrix} -R. \\ -COR'' \end{matrix} = R.CH : CR'.COR''$$

Cette condensation se fait très facilement et il suffit d'employer une très petite quantité de soude ; les auteurs, ayant observé que dans les condensations de l'aldéhyde salicylique avec l'acétone ou avec l'acétophénone il est nécessaire d'employer une soude beaucoup plus concentrée, ont trouvé intéressant d'étudier quelle influence pouvait exercer sur la réaction la concentration de la soude.

Ils avaient remarqué dans la condensation de l'aldéhyde salicylique avec l'acétophénone la formation, en outre de la 2-oxybenzalacétophénone, d'un produit secondaire dont la quantité augmentait avec celle de l'alcali employé. En étudiant ce composé de plus près, ils ont trouvé qu'il était constitué par de l'o-*benzal-diacétophénone* qui rentre dans la classe des dicétones 1.5 et à laquelle ils donnent la formule

$$HO.C^6H^4.CH \begin{cases} CH^2.CO.C^6H^5 \\ CH.CO.C^6H^5 \\ | \\ H \end{cases}$$

Cette dicétone se forme par l'addition d'une seconde molécule d'acétophénone sur la 2-oxybenzalacétophénone, formée dans la réaction et de fait on peut l'obtenir en laissant digérer une solution alcoolique de celle-ci avec de l'acéto-

phénone en présence de soude concentrée. Cette nouvelle formation des dicétones 1.5 permettra sans doute de réaliser de nombreuses synthèses dans cette classe intéressante.

La dicétone en question fond à 131°, elle est complètement insoluble dans la lessive de soude étendue et chaude, mais la potasse concentrée l'attaque à l'ébullition pour régénérer ses constituants.

Son *dérivé acétylé* fond à 83-84°

La *2-oxybenzaldi-méthyltolycétone*

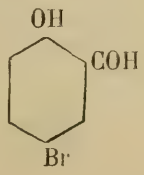
$$OH.C^6H^4.CH = (CH.CO.C^6H^4.CH^3)_2$$

qui a été obtenue comme produit secondaire dans la préparation de la cétone correspondante, cristallise dans l'alcool, en prismes blancs, fusibles à 131-132°. Son *dérivé acétylé* fond à 95°.

La *5-bromo-2-oxybenzaldiacétophénone* produit secondaire de la préparation de la cétone non saturée correspondante, cristallise dans l'alcool en aiguilles fusibles à 158-159°. Son *dérivé acétylé* fond à 107°.

S^t^ von Kostanecki et E. Oppelt. Sur quelques dérivés de la 2-oxybenzalacétophénone (*Berichte* XXIX, p. 244 Berne).

Les auteurs ont voulu préparer l'éther éthylique de la 2-oxybenzalacétophénone sans pouvoir obtenir un composé bien défini, cependant le dérivé bromé de la substance obtenue en condensant l'aldéhyde éthylsalicylique avec l'acétophénone en présence de lessive de soude prouve qu'il se forme dans cette réaction une certaine quantité de l'éther en question. Le brome fournit avec cet éther un dibromure $C^2H^5O.C^6H^3Br.CHBr.CHBr.COC^6H^5$ qui, bouilli avec du cuivre en poudre, se transforme en *brom-2-ethoxybenzalacétophénone* bien cristallisée. Ils ont alors étudié de plus près la condensation de l'aldéhyde bromosalicylique



et de son éther à l'hydroxyle avec l'acétophénone et ils ont trouvé qu'il se formait dans ce dernier cas le même éther que celui qui prend naissance par élimination du brome du dibromure dont il vient d'être question, soit la 5-brom-2-ethoxybenzalacétophénone.

La *5-brom-2-oxybenzalacétophénone*

$$OH.C^6H^3Br.CH:CH.COC^6H^5$$

obtenue en condensant l'aldéhyde bromosalicylique avec l'acétophénone en présence de lessive de soude, cristallise dans l'alcool en feuillets jaune pâle, fusibles à 168° en se décomposant; son *dérivé acétylé* fond à 133,5-135°.

Le *dibromure* correspondant qui se forme lorsqu'on fait réagir le brome sur la solution du dérivé acétylé dans le sulfure de carbone est en feuillets nacrés, fusibles à 158-160°

La *5-brom-2-éthoxybenzalacétophénone* peut être préparée soit par l'action de l'iodure d'éthyle en présence de potasse caustique sur la 5-brom-oxybenzalacétophénone, soit par l'action du cuivre métallique sur son dibromure, soit enfin par condensation de l'éther éthylique de l'aldéhyde bromosalycilique et de l'acétophénone. Elle est facilement soluble dans l'alcool chaud, d'où elle cristallise en aiguilles jaune pâle, fusibles à 98-100°. Son *dibromure* est en feuillets, fusibles à 165°.

On sait d'après les recherches de Kostanecki et Tambor que le dibromure d'acétyl-o-oxybenzalacétophénone se transforme très facilement sous l'influence de la potasse alcoolique en α cumaryl-phénylcétone; les auteurs ont répété cette réaction avec le dibromure de la 5-bromacétyl-2-oxybenzalacétophénone ce qui les a conduits à la *2-brom-α-cumaryl-phénylcétone* $C^6H^3Br\left\langle\begin{matrix}O\\CH\end{matrix}\right\rangle C.COC^6H^5$, composé cristallisé en aiguilles jaune pâle, fusibles à 136-138°

F. R.

ANALYSES DES SAVONS, DU LAIT, THÉ, CAFÉ ET EAU D'ALIMENTATION (*Zeitschr. f. Nahrungsmittelunters. u. Hygiene.* 9 p. 329 et *Schw. Wch. schr. Pharm.* 33 p. 413).

Les chimistes suisses s'occupant d'analyses se sont entendus pour adopter certaines méthodes d'analyses, de manière à ce que les résultats soient comparables entre eux ; ils fixent les points à déterminer dans chaque cas aussi bien que la voie à suivre. Il serait bien à désirer qu'une entente s'établît ainsi sur toutes les substances à analyser entre les chimistes de tous pays.

LEFÈVRE (Léon), Ingénieur (E. I. R.), Préparateur de chimie à l'Ecole polytechnique. TRAITÉ DES MATIÈRES COLORANTES ORGANIQUES ARTIFICIELLES, DE LEUR PRÉPARATION INDUSTRIELLE ET DE LEURS APPLICATIONS. G. Masson, éditeur. Paris 1896.

C'est au mois d'avril 1856, il y a donc 40 ans, que William Henry Perkin découvrit la mauvéïne, la première matière colorante artificielle dérivée du goudron de houille. Cette couleur violette, superbe pour l'époque, teignant la soie sans mordants et en nuances solides, eut auprès des teinturiers un succès sans précédent. Dès ce moment le goudron de houille, qui jusqu'alors n'avait été qu'une sorte de résidu encombrant, devint la source intarissable d'où jaillit à flots pressés les belles découvertes que l'on sait.

La découverte des matières colorantes artificielles n'a pas eu seulement pour résultat immédiat d'enrichir la palette du teinturier de toute une gamme de nuances inconnues juqu'alors, elle a eu encore cet effet remarquable, d'imprimer aux recherches scientifiques de chimie pure et appliquée, une impulsion extraordinaire.

Si l'industrie des colorants artificiels, d'invention essentiellement française, s'est développée d'une manière colossale en Allemagne et en Suisse, tandis qu'elle languit dans son pays d'origine, cela provient en première ligne de l'insuffisance de l'enseignement supérieur en France[1].

[1] Voir l'article de M. Haller. La lutte des nations sur le terrain de l'industrie chimique. *Revue générale des sciences*, 1894, p. 473.

L'historique des matières colorantes artificielles forme aujourd'hui un ensemble considérable et occupe une grande place dans la chimie organique, aussi à maintes reprises a-t-il été exposé par la plume des savants les plus autorisés.

En France, depuis la publication du « Grand Traité des dérivés du goudron de houille » de Girard et de Laire, paru en 1873, aucun ouvrage important et complet n'est sorti de la plume de nos chimistes, tant est implantée fortement chez nous cette idée, que les recherches d'application sont d'un ordre bien inférieur à celui des spéculations de science pure. Aussi faut-il le reconnaître, c'est à la littérature chimique allemande, plus riche en livres de cette espèce que la littérature française, que nous avons été forcés de recourir depuis 23 ans.

Il n'en sera plus de même dorénavant, car depuis quelques jours, grâce à M. Léon Lefèvre, nous possédons l'ouvrage *le plus complet* qui ait jamais été écrit sur les matières colorantes artificielles. Les deux volumes de M. Lefèvre, qui ne comprennent pas moins de 1650 p. de texte et 260 échantillons teints, s'adressent tant aux savants qu'aux industriels. Dans une partie théorique très complète l'auteur a eu l'heureuse idée de réunir sous forme de tableaux toutes ou presque toutes les couleurs décrites dans des mémoires épars, ou dans des brevets peu accessibles au grand public. L'auteur n'a omis aucun détail. La partie technique des procédés employés pour la fabrication des matières colorantes, avec nombreuses gravures à l'appui, les procédés rationnels pour l'application de ces dernières, en un mot la teinture, l'indication des brevets et des dernières nouveautés du domaine de la chimie des colorants, tout est dans l'ouvrage de M. Lefèvre sous la forme la plus claire et la plus complète.

Nous ne pouvons que remercier ici M. Lefèvre du bel ouvrage dont il dote l'industrie chimique et en recommander la lecture à toute personne, savant ou fabricant, qui désire être mis au courant des derniers progrès accomplis dans le domaine de l'industrie des colorants artificiels dérivés du goudron de houille. George-F. Jaubert, Dr ès sc.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 8 janvier 1896.

Bührer, pharmacien. Le climat du canton de Vaud. — Paul Jaccard. Trois cas de tératologie végétale. — H. Dufour et Bührer. Observations actinométriques en 1895. — Guillemin, ingénieur. Produits dégagés par les poêles à pétrole. Eau absorbée par le coke.

C. Bührer. *Le climat du canton de Vaud* (3e partie).

III. *Région des Alpes.* — Nous avons dans les Alpes vaudoises trois types de climats différents : celui de la plaine ou la base de la montagne (Vevey, Montreux, Aigle, Bex); celui des hautes vallées et plateaux (Le Sépey, Leysin, Les Avants, Château-d'OEx, Rossinières, Cuves); celui des sommets, dont nous ne possédons encore que peu de renseignements de Naye.

La *pression de l'air* est à Montreux de 729mm,3 (moyenne de 12 années); de 678,1 aux Avants (4 années); de 679,4 à Château-d'OEx (8 années), et de 598,0 à Naye (1 année). L'allure du baromètre est à Château-d'OEx la même qu'à Ste-Croix, minimum en mars et maximum en juillet. Au bord du lac, à Montreux, le minimum a lieu également en mars, par contre le maximum en septembre, comme nous l'avons également trouvé à Lausanne et à Morges.

La *température de l'air* est, dans la vallée du Rhône et sur les rives du Haut-Lac, à altitude égale, la plus élevée qu'on ait

trouvée en Suisse au Nord des Alpes. Elle n'est cependant pas la même dans tous les endroits; Vevey et Montreux bénéficient des calories emmagasinées par le lac; ils ont un hiver plus doux et un été plus tempéré; Aigle et Bex ont par contre un été plus chaud, un hiver plus froid.

Sur le versant Sud des Alpes vaudoises, la température décroît de 0°,58 par 100 mètres d'élévation; cette diminution est la moins sensible en hiver, la plus en été et au printemps (hiver 0°,47; printemps et été 0°,63; automne 0°,60). Les températures annuelles des différentes stations sont : Vevey 9°,4, Montreux 10°,1, Aigle 9°,6, Bex 9°,4, Sépey 6°,4, Château-d'OEx 5°,5, Cuves 5°,8, les Avants 6°,5. Caux 6°,7 et Naye 0°,8.

L'influence du lac se fait surtout remarquer en automne et en hiver; la température est à cette saison d'un degré plus chaude à Vevey et à Montreux qu'à Bex. Quant aux stations de montagnes, la température diminue à mesure qu'on avance dans l'intérieur du massif alpin; la radiation est évidemment plus forte dans le Pays d'Enhaut, tandis que Caux et Les Avants bénéficient des conditions thermiques du lac. L'influence de la situation (*sur la température*) se montre en outre très bien par l'examen de la marche de la température. A Château-d'OEx et Cuves, la température de 7 heures du matin en mars est au-dessous de zéro, tandis qu'à Caux elle est au-dessus du point de congélation. Dans des endroits très rapprochés comme Vevey, Clarens et Territet, il peut y avoir des différences de 0°,1 entre les deux premiers, de 0°,6 entre les deux derniers endroits.

Montreux a annuellement 34 jours à température moyenne au-dessous de 0° et 33 jours à température au-dessus de 20°. Du 18 au 20 janvier 1891, la moyenne s'est abaissée au-dessous de —10° et 11 fois en 15 ans elle a dépassé 25°. Le jour le plus chaud a été le 7 juillet 1870, avec une moyenne de 27°,3. Bex a 37 jours à température au-dessous de 0° et 22 au-dessus de 20°. L'apparition de journées aussi chaudes en avril et en octobre est un nouvel indice de la chaleur dans la vallée du Rhône. Le jour le plus chaud à Bex, le 11 juillet 1870, a atteint la moyenne de 27°,5. Aux

Avants, on trouve annuellement 4 jours avec une température dépassant 20° et 68 inférieurs à 0° ; 5 jours par an elle reste en dessous de —10°. Le jour le plus chaud a été le 17 août 1892, qui est arrivé à une moyenne de 22°,3.

La variabilité de la température est de 1°,3 à Montreux, 1°,6 à Vevey, 1°,9 aux Avants et 2°,0 à Château-d'OEx.

Le premier jour de gelée survient :

(375-380 m.)	à Vevey le 9 novemb. ;	le dernier le	31	mars.
	à Montreux, 20 »	»	18	»
(1000 m. . . .	aux Avants, 5 »	»	3	avril.

L'*humidité relative de l'air* diminue en hiver avec l'altitude; en été elle augmente.

Les moyennes annuelles sont 75,2 % à Montreux, 72,2 % à Aigle; 82,2 % à Bex; 81,0 % au Sépey; 64,8 % à Leysin; 79,5 % à Château-d'OEx; 82,8 % à Cuves; 58,7 % aux Avants et 62,8 % à Caux.

Précipitations atmosphériques. — Il tombe annuellement à Châtel-St-Denis, au versant oriental des Alpes, 1364 mm. d'eau en 139 jours.

	mm.	jours.		mm.	jours.
à Vevey	1080	130			
Montreux..	1171	129	au versant sud	1016	123
Aigle.	903	133			
Bex.	912	100			
Pont de Collombey .	868	122	dans la vallée inférieure du Rhône.	883	123
Pont de St-Maurice.	898	124			
Avants. . . .	1383	137			
Caux	1185	128			
Sépey.	1266	142			
Gryon	1219	128	dans les montagnes.	1275	142
L'Etivaz. . .	1369	152			
Chât.-d'OEx	1078	149			
Rossinières.	1209	?			
Cuves.	1494	155			

Ces chiffres montrent qu'il pleut davantage dans les hau-

tes vallées qu'au pied des Alpes. Pour l'été 1894, la progression est, pour 100 m. d'élévation, de 10,5 mm. de Clarens à Caux et de 28,4 mm. de Caux au sommet de Naye. Des mesures faites pendant 4 ans, de 1891 à 1893, à Clarens, il ressort qu'il tombe en toute saison un peu plus d'eau de jour (56 %) que de nuit (44 %). Dans la même localité et pendant le même laps de temps, il a été trouvé sur 100 chutes d'eau 6,5 % jusqu'à 25 mm.; 8,2 % de 25 à 50 mm.; 18,5 % de 0,50 à 1 mm.; 51,4 % de 1 à 5 mm.; 9 % de 5 à 10 mm.; 2,9 % de 10 à 25 mm.; 1,2 % de 25 à 50 mm.; 1,2 % de 50 à 60 mm.; 0,4 % de 60 à 70 mm. et 0,4 % de 70 à 80 mm.

En 20 ans, on a constaté à Montreux 16 périodes de sécheresse excédant 20 jours; les plus longues ont été du 9 septembre au 10 octobre 1865, soit 31 jours, et du 19 mars au 27 avril 1893, soit 40 jours.

Le poids de la rosée tombant dans un jardin à Clarens, à une vingtaine de mètres du bord du lac, a été pesé pendant deux ans; 44 observations ont fourni ensemble 7,551 mm. sur un décimètre carré, soit 0,171 mm. par mètre carré.

Le maximum observé a été de 2,4 mm.

Voici encore les dates moyennes des premières et dernières apparitions de la neige :

	Dernière neige.	Première neige.
Naye (2045 m.)	1er juin	20 août.
Avants (1000 m.)	17 avril	7 novembre.
Montreux (380 m.)	20 mars	1er décembre.
Vevey (375 m.)	21 novembre.	31 mars.
Aigle (400 m.)	30 novembre.	25 mars.
Le Sépey (1129 m.)	6 octobre	20 mai.
Château-d'OEx (994 m.)	2 octobre.	22 mai.
Cuves (883 m.)	3 octobre	21 mai.

Des bords du lac jusqu'à 1000 m. d'altitude, il y a ainsi, pour chaque 100 mètres d'élévation, un retard de 4.6 jours pour la dernière neige au printemps et une avance de 4 jours en automne pour la première chute. Entre 1000 et 2000 m. d'altitude, le retard au printemps est de 4,3 jours, et l'avance en automne de 7,8 jours. Comme hauteur de neige tombée on trouve pour les mêmes endroits une augmentation de 32 cm. par 100 m. d'élévation.

La grêle se montre beaucoup plus fréquemment à la montagne qu'à la plaine; on la constate en effet 0,4 fois par an à Montreux, 0,5 fois à Aigle, 2,4 fois au Sépey, 2,9 fois à Cuves et 3,1 fois à Château-d'OEx.

La *nébulosité* est moindre, en hiver surtout, à la montagne qu'à la plaine; par contre, le brouillard s'y voit plus souvent. Les observations sur l'insolation sont de trop peu de durée pour donner une idée bien nette de sa valeur.

Les *vents* généraux, la bise et le *vent*, n'ont que peu de prise dans les Alpes; ici le régime du vent est dominé par les brises de montagne et de vallée. Un seul vent, la vaudaire ou föhn pénètre dans le cœur des Alpes, grâce à l'orientation de quelques vallées, comme la plaine du Rhône et le Haut-Lac Léman. A Clarens, on ressent quelquefois un vent du NW, d'intensité faible ou médiocre, qui doit avoir la même origine que le föhn; il est sec et chaud.

Le vent du N et NE domine à Vevey; E et SE à Aigle; S et SW à Vevey; NW à Aigle. Le vent dominant à Montreux est le NW (5 %); à Vevey le N (22 %; aux Avants le S (3%); à Aigle le NW (15 %; à Château-d'OEx le W (24 %) et à Cuves le NW (8 %). On note en outre 86 % de calmes à Montreux; 88 % aux Avants; 67 % à Aigle et 57 % à Château-d'OEx.

M. le Dr Paul Jaccard parle de trois curieux cas tératologiques qu'il a observés. L'un consiste dans l'accroissement exagéré d'une inflorescence de *Raphanus sativus* sous l'influence du *Cystopus candidus*. L'ovaire déformé atteint 13 cm. de longueur et porte en son milieu les diverses parties de la fleur devenues énormes, charnues et complètement vertes, tout en conservant leur position respective habituelle.

L'échantillon observé montre d'une façon particulièrement typique l'altération due au Cystope blanc; c'est ce qui a engagé l'auteur à la figurer.

Le second cas concerne un pied de *Digitalis purpurea* dont le sommet est occupé par une *pélorie* parfaitement régulière de 5 cm. de diamètre dans laquelle on distingue nettement 18 étamines, ce qui nous indique qu'elle provient de

la soudure de cinq fleurs. Le calice est formé de feuilles panachées rouges et vertes.

Le troisième cas, enfin, est une réversion de l'embryon chez deux graines d'*Ephedra distachya* en germination. Les deux graines observées montrent les cotylédons sortant par le mycropyle, tandis que la radicule reste enfoncée dans l'endosperme.

M. Henri Dufour communique le résultat d'observations actinométriques faites avec M. C. Bührer pendant une partie de l'année 1895. Depuis le mois de mai, les deux observateurs possédant chacun un actinomètre de M. Crora, ont pu faire un certain nombre de mesures sur le rayonnement solaire à Clarens, Naye, Lausanne et les Plans.

On a déterminé tout d'abord aussi souvent que possible la valeur maximum de l'insolation à *midi*, c'est-à-dire entre 11 heures et 1 heure par un ciel serein. Les résultats pour Clarens et Lausanne sont les suivants :

Mois.	Calor. gr. degré par min. et par cent. carré.
Mai	0.87 — 0.94
Juin	0.89 — 0.97 (bise).
Juillet.....	0.90 — 1.12
Août.....	0.91 1.06
Septembre....	0.92 1.02
Octobre	0.81 — 0.95
Novembre	0.82 — 0.88
Décembre.....	0.83 0.84

Aux Rochers de Naye, à l'altitude de 2000 mètres, on a trouvé les maxima suivants :

Mois.	Calor. gr. degré par min. et par cent. carré.
Mai	0.85 à 0.93
Juillet.....	1.26
Août.....	1.04
Septembre....	1.16 une fois 1.43 à 2 h. le 7 sept.
Octobre	1.01 à 1.28

Quelques observations simultanées ont été faites à Lau-

sanne et aux Rochers de Naye, distants de 28 kilomètres et dont la différence de niveau est de 1,500 mètres. Les résultats sont les suivants :

	Naye.	Lausanne.	Diff.
Mai 29	0.93	0.87	0.06
Octobre 18 ..	1.01	0.88	0.13
	0.99	0.80	0.19

Le nombre des observations n'est pas suffisant pour en conclure l'absorption produite par la couche d'air.

On a déterminé en outre par plusieurs séries d'observations l'absorption produite sur la radiation solaire par une couche d'*eau* et par une couche de solution d'*alun* à 5 °/₀; les deux couches ayant la même épaisseur de $0^m,01$ et placées successivement dans la même auge de verre formée de lames à faces parallèles. Les résultats ont été les suivants :

Absorption par l'alun....	0.19 à 0.25
Id. par l'eau	0.10 à 0.15

Ainsi la présence de l'alun augmente notablement le pouvoir absorbant des radiations solaires, la solution étant parfaitement transparente. En ajoutant une goutte d'alcool à la solution, il se forme dans le liquide un grand nombre de très petits cristaux et la solution est très faiblement opalescente; de ce fait l'absorption devient 0.45. Ce phénomène a quelque analogie avec ce qui se passe dans l'air lorsque la première phase de condensation de la vapeur d'eau a lieu sous forme de gouttelettes.

Les deux actinomètres ont été comparés l'un à l'autre pour déterminer si le rapport entre les indications des deux instruments étaient les mêmes lorsqu'on les soumettait au rayonnement solaire ou à celui d'une source à température relativement peu élevée, telle que celle qu'on obtient en chauffant une plaque de tôle au rouge cerise. Cette comparaison était nécessaire, parce que l'un des actinomètres avait son réservoir thermométrique noirci au noir de fumée, tandis que l'autre avait un thermomètre à réservoir cuivré et recouvert de noir de platine par électrolyse. Les deux *tons*

noirs ne sont pas les mêmes et l'expérience a montré comme conséquence de ce fait que les rapports des constantes des deux instruments n'est pas la même pour les diverses radiations; il importe donc, quelque soit la préparation du réservoir thermomètre, de le recouvrir de noir de fumée mat pour observer un rapport fixe entre les indications des divers instruments.

M. Guillemin fait une communication sur les *poêles à pétrole*, dont l'usage commence à se répandre, et qui sont constitués par une enveloppe en tôle renfermant à l'intérieur une simple lampe, semblable à celles employées pour l'éclairage, mais de beaucoup plus grande dimension.

Ces poêles n'ayant pas de cheminée, les produits de la combustion se répandent dans l'air ambiant et il y a intérêt à examiner si les gaz dégagés ne peuvent devenir malsains ou même dangereux par leur abondance.

Supposons qu'on brûle dans la journée 1 kilog. de pétrole. Celui-ci, composé de carbone et d'hydrogène avec un minimum de 85 % de carbone (composition de la benzine), dégage, par la combustion de 850 grammes de carbone, 3,12 kilog. d'acide carbonique, occupant un volume d'environ 1^{m3},57 à 0°, mais en réalité plus considérable à cause de la haute température du gaz.

Si le poêle était placé dans une chambre moyenne d'environ 60^{m3}, la proportion d'acide carbonique atteindrait près de 3 % après la combustion de 1 kilogr. de pétrole, quantité de gaz très supérieure à la proportion normale contenue dans l'atmosphère, proportion qui est de 0,0004 à 0,0006.

On voit par le petit calcul précédent que, dans certains cas, où l'air du local ne se renouvelle que peu ou pas, les poêles à pétrole, tels qu'on les construit aujourd'hui, peuvent présenter de sérieux inconvénients et même exposer les habitants d'une chambre au danger de l'asphyxie.

Les poêles à pétrole devraient être munis d'une petite cheminée permettant de conduire au dehors les produits de la combustion. La chaleur perdue par la cheminée serait largement compensée par l'amélioration des conditions hygiéniques.

Le coke, employé au chauffage, présente des inconvénients d'un tout autre ordre : le résidu de la fabrication du gaz d'éclairage est très poreux et, tout en étant peu hygrométrique, il absorbe cependant des quantités considérables d'eau (jusqu'à 35 %), lorsqu'il a été mouillé accidentellement ou artificiellement.

Mais conservé à l'abri de la pluie, le coke perd cet excès d'eau en très peu de temps : après 2 à 6 ou 8 jours, du coke à 15 ou 25 % d'eau, comme on en trouve quelquefois chez des marchands peu scrupuleux, n'en contient plus que 1 %.

On pourrait croire que le coke, qui, dans les usines à gaz a été éteint par aspersion d'eau, doit en retenir une forte quantité; toutefois, il n'en est rien, car quelques heures après l'extinction, il en contient moins de 0,001. Mais, par son exposition à l'air, le coke peut absorber jusqu'à 0,005 d'eau, suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère. Le coke du commerce n'en devrait pas contenir davantage.

Dans tous les cas, il est certain que du coke contenant plus de 1 % d'eau a été mouillé peu de jours auparavant; on le reconnait d'ailleurs facilement par la perte de son éclat grisâtre et métallique ; il est devenu d'un noir terne et laisse une poussière humide adhérente aux doigts, lorsqu'il a été copieusement arrosé.

L'eau contenue dans le coke cause une double perte au consommateur : non seulement celui-ci n'a pas le poids de la marchandise achetée; mais il doit encore dépenser un excédant de combustible pour évaporer l'eau, sans aucun profit pour le chauffage. On peut compter que, dans un foyer ouvert, il faut à peu près autant de coke que de kilogrammes d'eau à évaporer.

Toutefois, une petite quantité d'eau ne paraît pas nuisible car la vapeur dégagée active un peu le tirage; mais il convient de laisser au consommateur le soin d'humecter son coke à sa fantaisie. Le consommateur s'en tirera plus économiquement en achetant de l'eau de Brêt à 5 centimes la tonne, plutôt que de la payer 40 ou 50 francs, c'est-à-dire au prix du combustible.

Séance du 22 janvier.

Conférence de M. Henri Dufour, sur les rayons X.

M. Henri Dufour expose en quoi consiste la découverte récente du prof. W. Röntgen de Würzbourg. Ce savant a reconnu que les radiations électriques produites dans un tube vidé d'air (tube de Crookes ou de Hittorff) sont accompagnées de radiations invisibles à l'œil et qui peuvent se manifester hors du tube en produisant les phénomènes de fluorescence et même impressionner une plaque photographique.

Les rayons X, comme les nomme M. Röntgen sont intimément liés à la production des rayons cathodiques étudiés avec tant de soin récemment par M. Ph. Lenard; ces rayons X pénètrent les corps opaques plus ou moins facilement, suivant l'épaisseur et la densité de ces corps, le platine est de tous les métaux le plus impénétrable, en couches minces tous les métaux sont transparents pour ces rayons, l'aluminium est remarquablement transparent. Grâce à leur pénétration à travers des corps opaques, ils peuvent impressionner une plaque photographique même lorsqu'elle est enfermée dans un châssis de bois et soustraite ainsi à toute action lumineuse. On peut photographier par leur moyen des objets opaques en les plaçant sur le châssis contenant la plaque photographique et en les soumettant aux radiations X émanant d'un tube de Crookes.

M. Dufour montre les premières photographies obtenues; le tube employé était le tube de Crookes en forme de poire, contenant une croix d'aluminium.

On prenait comme cathode soit le fil d'aluminium soudé à l'extrémité étroite de l'ampoule de verre, soit la croix. Le tube est illuminé par les décharges d'une bobine d'induction actionnée par le trembleur rapide M. Deprez. On reconnait de suite que l'intensité des rayons X varie avec celles des radiations qui produisent la fluorescence du tube; les photographies faites sont les suivantes :

1° Une croix de laiton percée d'un petit trou est placée sur le châssis, elle est soumise aux radiations émanant de la croix d'aluminium comme cathode, les contours sont très nets et on distingue nettement l'image du trou.

2° Un anneau de laiton soumis aux radiations de l'autre électrode employé comme cathode est net, mais les contours de l'image sont plus estompés ; la cathode est dans ce cas un fil perpendiculaire à l'axe du tube.

3° La photographie d'une aiguille de boussole et le spectre magnétique de limaille de fer qui l'entoure est parfaitement nette, cathode en croix.

4° Une auge de quartz remplie à moitié de sang sur une épaisseur de 1 cm. montre à peine une différence d'opacité entre la région contenant le sang et celles qui ne sont occupées que par les plaques minces de quartz, le quartz absorbe notablement.

5° Deux éprouvettes en verre contenant l'une de l'eau l'autre une solution très fluorescente (fluorescéine) absorbent également.

6° La main d'un enfant de 9 ans a été photographiée par application sur le châssis, en la soumettant 10 minutes à la radiation du tube (croix d'aluminium) on distingue très nettement les articulations des doigts, et tous les os du métacarpe on reconnaît nettement que l'ossification de cette main n'est pas achevée, en particulier aux articulations du métacarpe et des phalanges et à la phalangette de l'auriculaire. Les contours de la chair sont visibles et dans l'intérieur les os se distinguent très nettement.

Deux anneaux de laiton mis comme bagues sont complètement opaques, un anneau d'aluminium est partiellement transparent.

M. Dufour se propose de revenir sur les effets curieux que produisent les rayons découverts par M. le prof. Röntgen.

Séance du 5 février.

E. Chuard. Action de la diastase oxydante dans la maladie des vins cassés. — Henri Dufour. Expériences faites au laboratoire de physique de Lausanne sur les rayons X.

E. Chuard. *Sur la présence de la diastase oxydante (laccase)*

de Bertrand dans les raisins et le moût et ses relations avec l'altération des vins cassés.

Dans le courant de l'année dernière, M. Bertrand a constaté dans le *latex* de l'arbre à laque une substance, la *laccase*, qui se rapproche des ferments diastasiques avec cette différence qu'au lieu de provoquer des hydrolyses comme la généralité des diastases, elle donne lieu à des oxydations directes. Sous son influence, des corps comme le tannin, le pyrogallol, l'hydroquinone absorbent de l'oxygène et dégagent de l'oxygène. Dans le latex de l'arbre à laque, la laccase provoque les oxydations qui amènent à la formation de la laque noire que l'on connait.

Depuis la découverte de la laccase, M. Bertrand a retrouvé cette diastase oxydante dans divers végétaux et la considère comme très généralement répandue dans le règne végétal.

M. Chuard qui a démontré (*Bull. soc. vaud. sc. nat.* 1894), la nature non microbienne de l'altération des vins cassés, dans laquelle de jeunes vins blancs se colorent en brun par simple exposition à l'air, a recherché si peut-être la diastase oxydante de M. Bertrand participe en quelque mesure à l'oxydation de laquelle résulte la *casse* des vins.

Il a recherché et constaté dans le jus de raisins la présence de la diastase, par la réaction indiquée par M. Bertrand, précipitation par l'alcool, purification par dissolution dans l'eau et seconde précipitation, et coloration bleue de la teinture de gayal par action simultanée de l'air et du produit obtenu comme ci-dessus.

M. Chuard a observé en outre que dans les raisins arrivés à leur complète maturité, la diastase oxydante est en proportion minime, tandis que cette proportion augmente à mesure que l'on s'éloigne du point de la maturité du raisin. Si la diastase oxydante est la cause de la maladie des vins cassés, celle-ci doit surtout s'observer dans les années où la maturité est imparfaite ou inégale. C'est effectivement ce que l'on observe.

En outre il a été observé que non seulement cette diastase est oxydante, mais qu'elle est aussi oxydable, et que l'action de l'oxygène sur les moûts frais la sépare, avec d'autres subs-

tances, à l'état de dépôt fortement coloré, le moût redevenant ensuite à la couleur normale, jaune pâle et donnant par fermentation un vin gris, absolument inaltérable à l'air.

Quant à l'action de la lie fraîche, qui guérit radicalement l'altération des vins cassés, il l'explique par la propriété générale des diastases de se fixer énergiquement sur les substances solides en suspension dans le liquide où elles sont dissoutes. Peut-être aussi la fermentation alcoolique intervient-elle directement dans la destruction de la diastase oxydante, ou du moins contribue-t-elle à sa précipitation, grâce à l'alcool formé au sein du liquide.

M. Henri Dufour complète sa communication de la dernière séance en indiquant les résultats de ses recherches sur les propriétés des radiations nouvelles découvertes par M. Röntgen. A côté des effets lumineux et chimiques que produisent ces rayons, et qui se manifestent par les phénomènes de fluorescence et par la photographie, il constate qu'ils agissent aussi sur les corps électrisés. Une feuille d'aluminium ou d'or électrisée négativement se décharge sous l'influence des radiations émises par les tubes de Crookes lorsque ces radiations produisent des effets de fluorescence. On peut, grâce à ce phénomène, mesurer l'intensité relative des radiations qui traversent des écrans divers et faire une photométrie relative des radiations Röntgen. (Voir ci-dessus p. 111).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE NEUCHATEL

Séance du 5 décembre 1895.

Ed. Elkess. Ruptures de ponts métalliques. — M. Moreillon. Abiès pectinata.

M. Ed. Elskess, ingénieur des ponts métalliques au J.-S. expose dans un travail très complet les résultats de ses études sur les *ruptures de ponts métalliques.*

Sur 42 cas de rupture décrits, 8 ont été amenés par l'écroulement des fondations en maçonnerie, le fer n'en était donc pas la cause. Dans cette catégorie, rentre entre autres, la rupture du pont de Mönchenstein.

Dans 4 cas, la rupture a été produite par le choc violent d'un corps étranger (par exemple avalanche au pont de Lungern).

Dix ponts métalliques se sont rompus pendant les travaux de montage ou de reconstruction ensuite d'un lançage imprudent amenant le flambage des membrures supérieures des poutres.

Les autres groupes constitués par l'auteur comprennent des ponts tombés par la rupture proprement dite de l'ossature métallique, une dizaine se sont rompus ainsi pendant les essais.

Enfin d'autres cas sont dus à une insuffisance de résistance, à des négligences graves, etc., etc.

M. M. Moreillon, forestier, parle ensuite des *sapins sans branches de Chaumont* dont il présente quelques échantillons et des photographies. Il explique ce phénomène curieux par une dégénérescence de l'*Abiès pectinata* DC. var. *virgata* Casp.

Cette opinion est appuyée par M. le Prof. Tripet, tandis que M. le Dr Ed. Cornaz est disposé à ne voir là qu'un simple phénomène tératologique. M. Rollier, qui a remarqué sur les exemplaires mis en circulation des taches anormales se demande si cette dégénérescence ne serait pas causée par des parasites.

Séance du 19 décembre.

S. de Perrot. Rendement périodique de notre vignoble.

M. Sam. de Perrot, ingénieur, parle du *rendement périodique de notre vignoble.*

Dans la séance du 15 mai 1895, M. le prof. L. Du Pasquier faisait une communication sur les variations de grandeur des glaciers et arrivait à la conclusion qu'elles étaient soumises à une périodicité, la durée moyenne la plus probable d'une oscillation complète (Max à Max) étant d'environ 35 ans.

Ces conclusions fortement contestées par quelques membres de la Société, qui du reste ne donnaient aucun argument à l'appui de leur opinion, remirent en mémoire à M. de Perrot qu'il possédait des observations sur le rendement de quelques vignes de M. le col. L. Bovet; vignes situées sur le territoire de Boudry. Ces observations s'étendent sur 102 années consécutives (1794-1895) et présentent des variations analogues.

Un graphique fut construit d'après ces données, et M. de Perrot y ajouta d'autres courbes, savoir :

Rendement des vignes Maridor, de St-Blaise, 1760-1819 (Prof. Kopp, *Bull. sc. n.* t. VII, 1865).

Rendement des vignes des Terrasses St-Aubin, 1842-1884 (M. J. Langer, enseigne de vaisseau).

Rendement des vignes du château de Vaumarcus, 1872-1894 (M. J. Langer, Enseigne de vaisseau).

Prix de vente des vins du vignoble neuchâtelois, 1487-1895 (M. G. de Coulon, Neuchâtel).

Températures du S. de l'Allemagne, 1750-1885 (M. le Pr Dr Brückner, Berne).

Mouvement des glaciers d'après le Prof. Forel, 1750-1885 (M. le Pr Dr Brückner, Berne).

Pression barométrique à Genève, 1836-1885 (M. le Pr Dr Brückner, Berne).

Eau tombée à Genève, 1826-1885 (M. le Pr Dr Brückner, Berne).

Mouvement du sol, Observat. de Neuchâtel, 1860-1881 (Pr Dr Hirsch).

Pluie, Observat. de Neuchâtel, 1864-1883 (Pr Dr Hirsch).

Taches solaires, 1750 à 1890 (Prof. Brückner et vade-mecum de météorol.).

Il résulte de ces courbes qu'il existe un parallélisme frappant entre elles et plus spécialement entre les températures, pressions, pluies, avancement des glaciers, rendement des vignes et prix de vente des vins.

Les vignes sont donc comme les glaciers des intégrateurs climatériques des plus délicats. La difficulté de se procurer des données exactes sur les glaciers est une raison pour profiter le plus possible des vignes, d'autant plus que nos pères tenaient en général avec grand soin des carnets où tout ce qui concernait leurs vignes était soigneusement noté.

Les instruments météorologiques divers exacts sont de date très récente, le verre normal des thermomètres n'ayant été introduit que tout dernièrement. Il a donc paru probable à M. de Perrot que si l'on pouvait recueillir suffisamment de données sur le rendement des vignes de blanc (le rouge est beaucoup moins sensible aux changements de température), on pourrait très approximativement reconstituer les diverses variations climatériques pour toutes les autres époques où l'on posséderait des données analogues, et cela d'une manière beaucoup plus exacte qu'on ne peut le faire d'après la discussion d'anciennes observations météorologiques de valeur assez douteuse.

Les prix de vente des vins, ou de toute autre substance

alimentaire s'étendant sur une série d'années un peu longue, appliqués aux mêmes périodes, permettraient de faire une étude très intéressante sur la valeur comparative de l'argent.

Enfin, au moyen de l'accumulation de ces diverses données, on arrivera tôt ou tard à découvrir les lois qui les relient.

Ensuite du travail très documenté de M. de Perrot la Société nomme une commission chargée de recueillir des données supplémentaires qui seront discutées et réduites par M. de Perrot[1].

Séance du 9 janvier 1896.

L. Isely. La géométrie non euclidienne.

M. le Prof. L. Isely lit une étude sur *la géométrie non euclidienne.*

Cette appellation, introduite par Gauss dans les mathématiques, pourrait s'appliquer à toutes les questions qui ne se trouvent pas directement traitées dans les *Éléments* de l'illustre géomètre grec. Telles seraient, malgré les suppositions de Chasles sur le traité perdu des *Porismes*, la théorie de l'involution, celle de l'homographie et surtout le principe des polaires réciproques ou de dualité, le plus beau fleuron de la géométrie du XIXme siècle. On y pourrait aussi faire rentrer la notion si féconde de l'infini, qui permet, entre autres, en considérant le plan comme une sphère de rayon infini, de déduire la trigonométrie rectiligne de la trigonométrie sphérique, dont elle n'est qu'un cas particulier. Mais tel n'est pas le sens donné par les géomètres contemporains à l'expression de géométrie non-euclidienne. Ils comprennent sous ce titre un certain nombre de considérations relatives à la théorie des parallèles et aux questions connexes. On sait que dans la géométrie euclidienne cette théorie repose sur l'axiome XI, improprement connu sous le nom de *postulatum.* Celui-ci s'énonce généralement comme il suit : « Si deux droites font avec une sécante deux angles internes d'un même côté dont la somme est inférieure à deux angles droits, ces droi-

[1] Voir sur ce sujet : L. Dufour, sur le problème de la variation du climat. *Arch. des sc. phys. et nat.*, 1870, t. XXXIX, p. 307.

tes, prolongées suffisamment, se rencontreront; » ou ce qui revient au même : « Par un point donné, on ne peut mener qu'une parallèle à une droite. »

Bien des géomètres ont tenté de démontrer *à priori* l'axiome XI d'Euclide. Tout dernièrement encore a paru une démonstration, assez concluante de prime abord, due à M. Frolov, membre de la Société mathématique de France. Mais ces démonstrations reviennent, en général à admettre que la droite n'a qu'un point réel à l'infini. Or cette hypothèse est une conséquence de l'axiome XI, et l'on tourne ainsi dans un cercle vicieux. « Il faut, dit Hoüel, reléguer parmi les chimères l'espoir que nourrissent encore tant de géomètres de parvenir à démontrer le postulat d'Euclide autrement que *par l'expérience*. Désormais ces tentatives devront être mises au même rang que la quadrature du cercle et le mouvement perpétuel. » *Le but* des non-Euclidiens est, au contraire, de prouver qu'il n'existe *à priori* aucune raison d'affirmer qu'on ne puisse mener, par un même point, qu'une seule droite ne rencontrant pas une droite donnée dans le même plan. D'illustres géomètres, Legendre et Gauss entre autres, ont fait des recherches dans ce sens. Le premier a cherché à montrer que la somme des angles d'un triangle rectiligne quelconque équivaut à deux droits, sans s'appuyer sur le fait purement *expérimental* que, par un point donné, on ne peut mener qu'une parallèle à une droite donnée. La théorie des parallèles avait aussi été, pendant plus d'un demi-siècle, l'objet de méditations de Gauss, comme cela ressort de plusieurs passages de sa correspondance avec Schumacher. Le 17 mai 1831, il écrivait : « Depuis quelques semaines, j'ai commencé à mettre par écrit quelques résultats de mes propres méditations sur ce sujet, qui remontent en partie à quarante ans, et dont je n'avais jamais rien rédigé, ce qui m'a forcé trois ou quatre fois à recommencer tout le travail dans ma tête. Je ne voudrais pourtant pas que tout cela périt avec moi! » Malheureusement pour la géométrie, Gauss ne donna pas suite à ce beau projet, et à l'exception de quelques notices dispersées dans les *Gelehrte Anzeigen* de Gœttingue, tout a péri avec lui. Le 28 novembre 1846, il écrit encore :

« J'ai eu dernièrement occasion de relire l'opuscule de Lobatschewsky, intitulé *Geometrische Untersuchungen zur Theorie der parallelen Linien.* Cet opuscule contient les éléments de la géométrie qui devrait exister si la géométrie euclidienne n'était pas vraie. Un certain Schweikardt a donné à cette géométrie le nom de géométrie *astrale*, Lobatschewsky celui de géométrie *imaginaire*. Vous savez que, depuis 1792, je partage les mêmes convictions, sans parler ici de certains développements qu'ont reçu, depuis, mes idées sur ce sujet. Je n'ai donc trouvé dans l'ouvrage de Lobatchewsky aucun fait nouveau pour moi; mais l'exposition est toute différente de celle que j'avais projetée, et l'auteur a traité la matière de main de maître et avec le véritable esprit géométrique. Je crois devoir appeler votre attention sur ce livre, dont la lecture ne peut manquer de vous causer le plus vif plaisir. »

Lobatschewsky (né à Nijni-Nowgorod en 1793, mort à Kazan en 1856) est le géomètre dont les travaux ont le plus contribué à répandre dans le monde savant les idées non-euclidiennes. Son premier essai sur les fondements de la géométrie parut dans le *Courrier de Kazan*, pour l'année 1829. Il continua à faire paraître les résultats de ses recherches dans les *Mémoires de l'Université de Kazan*, pour les années 1836, 1837 et 1838, sous le titre de *Nouveaux principes de géométrie, avec une théorie complète des parallèles* En 1840, il publia à Berlin une sorte de résumé de ses importants travaux sous le titre déjà cité de *Recherches géométriques sur la théorie des parallèles* (traduction française de Hoüel). Après avoir rappelé succinctement une quinzaine de principes connus et faciles à démontrer, Lobatschewsky donne une définition des parallèles, plus générale que la définition ordinaire, et se réduisant à celle-ci lorsqu'on admet l'axiome XI d'Euclide : « Toutes les droites tracées par un même point dans un plan, dit-il, peuvent se distribuer, par rapport à une droite donnée dans ce plan, en deux classes, savoir : en droites *qui coupent* la droite donnée, et en droites *qui ne la coupent pas.* La droite qui forme la *limite* commune de ces deux classes est dite *parallèle* à la droite donnée. » Lobatschewsky entre ensuite dans des développements qui

ne peuvent être compris que si l'on *met complètement* de côté les notions acquises dans la géométrie euclidienne. L'auteur prouve un peu plus loin, ce que Legendre avait déjà fait, que dans tout triangle rectiligne, la somme des trois angles ne peut surpasser deux droits. Il déduit de là que deux hypothèses sont possibles; ou bien la somme des angles est égale à deux droits dans tous les triangles rectilignes, ou bien, elle est dans tous moindre que deux droits. La première hypothèse sert de fondement à la géométrie ordinaire et à la trigonométrie plane. La seconde hypothèse, qui peut être également admise, est la base d'une nouvelle géométrie, à laquelle Lobatschewsky donne le nom de *géométrie imaginaire*; c'est la *géométrie non-euclidienne* de Gauss.

Lobatschewsky substitue à la droite et au plan une *courbe-limite* (horicycle) et une *surface-limite* (horisphère). La courbe-limite est une ligne telle que toutes les perpendiculaires élevées sur les milieux de ses cordes sont parallèles entre elles (dans l'acception généralisée du mot parallèle). Une circonférence dont le rayon va en croissant se transforme en une courbe-limite. La courbe-limite peut donc être considérée comme un cercle de rayon infiniment grand, l'*horicycle*. La surface-limite, engendrée par la révolution de la courbe-limite autour d'un de ses axes, peut aussi être remplacée par une sphère dont le rayon augmente indéfiniment, l'*horisphère*. Lobatschewsky démontre qu'alors la somme des angles dièdres d'un trièdre dont les arêtes sont parallèles est égale à deux droits. Il en résulte que dans les triangles sphériques, tracés sur l'horisphère, il existe entre les côtés et les angles les mêmes relations que la géométrie ordinaire établit pour les triangles plans.

Un ouvrage, qui contribua aussi pour une large part à la diffusion des idées non-euclidiennes, est celui do Jean Bolyai[1], capitaine au Corps du Génie dans l'armée autrichienne. Cet opuscule d'une cinquantaine de pages porte ce singulier titre : *La science absolue de l'espace*, indépendante de la vérité ou de la fausseté de l'axiome XI d'Euclide (que l'on ne pourra

1 1802-1860.

jamais établir *à priori*), et démonstration de la quadrature géométrique du cercle dans le cas de la fausseté de l'axiome XI. Dans cet ouvrage, Bolyai considère deux systèmes de géométrie reposant l'un sur l'hypothèse de la vérité du postulat d'Euclide, l'autre, sur l'hypothèse de la fausseté et montre comment l'on peut, en faisant tendre un certain facteur vers l'infini, passer de l'un à l'autre. Il établit ensuite toute la trigonométrie sphérique indépendamment de l'axiome XI.

Ajoutons enfin que les non-Euclidiens conçoivent un espace autre que le nôtre, à plus de trois dimensions, sur lequel nous reviendrons dans une prochaine communication. M. H. Poincaré a consacré à cet espace une étude philosophique du plus haut intérêt, qui a paru dans le numéro de novembre, année 1895, de la *Revue de Métaphysique et de Morale*[1].

Séances du 23 janvier et du 13 février.

Weber. Expériences de Röntgen sur les rayons X.

Ces séances ont été consacrées presque exclusivement à la répétition par M. le Prof. Weber des *expériences de Röntgen sur les rayons X*. Certaines expériences de M. Weber nouvelles le 23 janvier ont été dès lors publiées, nous croyons ne pas devoir entrer dans plus de détails sur ce sujet d'actualité.

Séance du 27 février.

G. Borel. Cécité visuelle. — F. Tripet. Section d'un tronc de Glycine. — Léon Du Pasquier. Avalanche de l'Altels.

Après une intéressante causerie de M. le Dr G. Borel sur la *cécité visuelle*, M. le Prof. F. Tripet démontre une *section d'un tronc de glycine* (Wistaria sinensis DC.) qui présente plusieurs couches successives d'écorce séparées par du bois.

M. le Prof. Léon Du Pasquier présente quelques considé-

[1] Voir : R. de Saussure, Théorie des phénomènes physiques et chimiques. *Arch. des sc. phys. et nat.* 1891, t. XXV, p. 105 et 170.

rations supplémentaires sur les causes probables de l'*avalanche de l'Altels* du 11 septembre dernier.

Il résulte des recherches de M. Du Pasquier que ce glacier s'est allongé d'une manière notable et qui paraît assez continue de 1881 à 1893. Cet allongement ne paraît pas dû à une augmentation de l'enneigement des régions supérieures, mais plutôt à un phénomène de plasticité.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1896

Le 3, assez fort vent depuis 1 h. du soir.
4, très fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
5, assez fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
10, assez forte bise à 4 h. du soir.
11, forte gelée blanche le matin.
12, forte rosée le matin.
14, brouillard à 7 h. du matin.
16, assez fort vent à 1 h. du soir.
18, assez fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
21, très forte rosée le matin.
22, très forte rosée le matin.
24, très forte rosée le matin.
26, assez fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
27, nouvelle neige sur toutes les montagnes environnantes; assez fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
28, assez fort vent à 7 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
29, neige et pluie dans la journée.
30, assez forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir; quelques giboulées de grésil dans la matinée.
31, giboulée de neige dans la matinée; assez forte bise de 1 h. à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 7 à midi	734,11	Le 4 à 2 h. soir	711,02
11 à minuit	732,11	10 à 6 h. matin	726,09
17 à 8 h. matin	731,73	13 à 4 h. soir	721,30
23 à 9 h. matin	730,44	19 à 3 h. matin	722,09
27 à 1 h. matin	730,50	25 à 5 h. soir	723,36
		28 à 9 h. soir	714,80

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gaulier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	94.5	112.2	73.3	60.5	87.7	83.0	107 2	147 4

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Ecart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Ecart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes: Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes: Minim.	Fract. de saturation en millièmes: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Direction moyenne	Vitesse moyenne par le vent. Kil. par heure.	NEBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°						mm.						+ °	°	cm.
1	725.78	— 0.05	722.30	729.25	+ 6.86	+ 3.88	+ 4.5	+ 11.0	723	— 65	590	870	0.0	...	SSW. 1		3.9	0.95	....	.....	103.0
2	720.73	— 5.03	719.11	723.09	+ 6.79	+ 3.70	+ 4.0	+ 9.6	651	—135	440	750	0.5	1	SSW. 1		6.7	0.83	5.5	0.0	102.0
3	718.93	— 6.77	715.62	722.98	+ 6.65	+ 3.45	+ 2.4	+10.2	570	—213	390	800	...	...	SSW. 2		7.9	0.73	5.8	+ 0.3	101.0
4	713.23	—12.41	711.02	715.35	+ 7.19	+ 3.87	+ 2.5	+10.8	665	—116	550	840	9.4	7	SSW. 3		13.8	0.85	5.1	— 0.4	100.0
5	719.48	— 6.10	716.42	724.92	+ 4.52	+ 1.09	+ 2.8	+ 6.8	695	— 84	580	870	2.1	5	SSW. 1		7.3	1.00	5.3	— 0.3	100.5
6	729.62	+ 4.09	725.60	732.67	+ 5.31	+ 1.76	+ 2.1	+ 8.6	775	— 1	630	890	...	...	SSW. 1		2.7	0.98	5.2	— 0.4	100.0
7	733.50	+ 8.03	732.41	734.11	+ 7.99	+ 4.33	+ 5.8	+10.7	812	+ 38	690	930	8.9	21	WSW. 1		4.6	1.00	5.5	— 0.2	99.0
8	731.83	+ 6.42	731.09	733.03	+ 8.99	+ 5.21	+ 8.1	+10.8	865	+ 94	800	960	24.6	19	SSW. 0		4.4	1.00	....	.....	103.0
9	729.72	+ 4.36	728.68	730.68	+ 9.49	+ 5.59	+ 7.9	+10.9	830	+ 61	720	920	9.0	8	SSW. 1		3.8	1.00	5.8	— 0.0	111.0
10	728.80	+ 3.50	726.09	732.16	+ 7.94	+ 3.92	+ 4.3	+11.7	763	— 3	450	920	10.3	8	NNE. 1		5.4	0.38	5.9	+ 0.1	119.5
11	730.68	+ 5.43	729.17	732.11	+ 4.25	+ 0.11	— 0.3	+10.6	819	+ 53	640	950	...	...	calme		2.1	0.72	6.0	+ 0.1	122.4
12	727.12	+ 1.92	725.47	729.12	+ 6.97	+ 2.71	+ 1.4	+12.0	771	+ 10	490	950	...	...	N. 0		1.5	0.72	6.2	+ 0.3	126.5
13	722.88	— 2.27	721.30	725.17	+ 8.58	+ 4.20	+ 6.0	+15.0	798	+ 39	530	970	0.8	1	N. 1		1.7	0.97	6.4	+ 0.4	126.8
14	722.27	— 2.83	721.70	724.08	+ 6.40	+ 1.89	+ 5.0	+ 9.7	849	+ 93	730	940	...	...	N. 1		2.7	0.58	6.1	+ 0.1	125.2
15	726.30	+ 1.25	723.85	728.78	+ 8.12	+ 3.49	+ 1.8	+17.2	749	— 5	360	920	...	...	SSW. 1		1.5	0.50	....	.....	123.0
16	730.28	+ 5.27	729.45	731.50	+11.33	+ 6.58	+ 5.7	+17.2	639	—112	440	850	...	...	SSW. 1		3.5	0.88	5.6	— 0.6	121.0
17	730.29	+ 5.33	728.62	731.73	+12.84	+ 7.96	+ 7.7	+19.1	609	—140	350	780	...	...	calme		3.5	0.60	5.9	— 0.3	119.0
18	725.10	+ 0.48	722.62	728.60	+13.71	+ 8.74	+ 7.9	+21.0	560	—187	320	720	...	...	SSW. 1		5.0	0.62	6.0	— 0.3	118.0
19	723.72	— 1.16	722.09	726.39	+10.94	+ 5.81	+ 7.6	+15.5	679	— 65	490	800	...	...	var.		1.7	0.85	6.1	— 0.2	117.0
20	727.31	+ 2.47	726.23	728.55	+10.80	+ 5.54	+ 7.1	+15.8	717	— 25	560	890	...	...	calme		1.2	0.43	5.6	— 0.8	115.0
21	726.84	+ 2.03	725.81	727.54	+ 9.08	+ 3.70	+ 4.7	+17.3	788	+ 48	570	930	0.0	...	N. 0		1.7	0.35	5.8	— 0.7	113.3
22	728.85	+ 4.08	727.71	730.11	+10.32	+ 4.81	+ 5.0	+16.9	712	— 26	480	870	3.4	4	N. 1		1.9	0.30	....	.....	110.0
23	729.00	+ 4.26	727.25	730.44	+11.60	+ 5.96	+ 7.4	+16.5	706	— 29	460	930	...	...	N. 0		1.3	0.07	7.2	+ 0.6	107.0
24	725.88	+ 1.17	723.61	727.64	+10.52	+ 4.75	+ 4.6	+14.3	691	— 42	480	930	0.1	...	calme		1.9	0.35	7.5	+ 0.8	105.9
25	724.65	— 0.03	723.36	725.38	+11.66	+ 5.76	+ 5.9	+19.8	624	—107	380	870	...	...	var.		1.9	0.53	8.0	+ 1.3	103.5
26	727.14	+ 2.49	724.24	730.30	+ 9.40	+ 3.37	+ 7.2	+13.2	685	— 44	570	790	7.5	5	SSW. 1		5.8	0.95	8.4	+ 1.6	101.0
27	728.97	+ 4.34	727.79	730.50	+ 8.15	+ 1.98	+ 6.5	+10.7	654	— 73	540	730	3.3	4	SSW. 1		6.0	0.98	8.5	+ 1.6	99.2
28	721.77	— 2.83	714.80	727.80	+ 5.74	— 0.56	+ 2.8	+ 8.8	668	— 57	520	870	5.8	5	SSW. 1		5.6	1.00	6.2	— 0.8	98.0
29	717.29	— 7.29	716.71	718.03	+ 2.64	— 3.79	+ 0.9	+ 5.7	795	+ 72	610	950	1.8	3	var.		4.4	1.00	....	.....	97.0
30	719.92	— 4.64	717.93	722.87	+ 3.10	— 3.46	+ 0.6	+ 6.2	740	+ 19	500	950	0.0	...	NNE. 1		4.4	0.83	5.2	— 1.9	95.5
31	723.38	— 1.47	722.57	725.08	+ 3.48	— 3.22	+ 0.9	+ 6.9	692	— 27	510	890	0.2	...	NNE. 1		5.4	0.87	5.1	— 2.1	90.9
Mois	725.52	+ 0.49			+ 8.11	+ 3.51			719	— 35							4.04	0.74	6.15	+0.03	108.85

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1896

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,55	724,80	724,66	724,94	724,72	725,05	725,69	725,89
2e »	727,13	726,78	727,10	727,14	726,31	725,66	726,09	726,56
3e »	725,30	725,03	725,31	725,45	724,79	724,04	724,26	724,87
Mois	725,97	725,52	725,68	725,83	725,26	724,89	725,31	725,74

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 6,31	+ 6,55	+ 5,99	+ 7,98	+ 8,83	+ 8,17	+ 7,06	+ 6,50
2e »	+ 7,02	+ 6,03	+ 5,64	+ 9,86	+ 13,97	+ 13,61	+ 10,41	+ 8,63
3e »	+ 6,36	+ 5,52	+ 5,24	+ 8,83	+ 10,28	+ 10,64	+ 8,37	+ 7,07
Mois	+ 6,56	+ 6,02	+ 5,61	+ 8,89	+ 11,00	+ 10,80	+ 8,60	+ 7,39

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	773	785	796	716	666	659	742	742
2e »	816	843	863	701	532	533	690	773
3e »	794	821	847	663	595	543	650	727
Mois	794	816	836	692	598	577	693	747

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 4,44	+ 10,11	+ 5,51	0,87	6,05	64,8	103,90
2e »	+ 4,99	+ 15,31	+ 5,99	0,69	2,44	0,8	121,39
3e »	+ 4,23	+ 12,39	+ 6,88	0,66	3,66	22,1	101,94
Mois	+ 4,54	+ 12,60	+ 6,15	0,74	4,04	87,7	108,85

Dans ce mois l'air a été calme 36,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 0,51 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 41°,0 W. et son intensité est égale à 27,7 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1896.

Le 1er, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.

2, neige de 1 h. à 7 h. du soir, puis brouillard.

4, neige pendant tout le jour; fort vent depuis 4 h. du soir.

5, brouillard à 1 h. du soir; neige de 4 h. à 7 h. du soir.

6, forte bise le matin et depuis 4 h du soir; légère neige à 10 h. du matin; brouillard depuis 1 h. du soir.

7, forte bise le matin et à 7 h. du soir; brouillard jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir; neige à 7 h. du soir.

8, neige par une forte bise pendant tout le jour.

9, neige jusqu'à 1 h. du soir, puis brouillard; forte bise jusqu'à 7 du matin et de 1 h. à 4 h. du soir.

10, forte bise jusqu'à 4 h. du soir; légère neige à 7 h. du matin; brouillard de 10 h. du matin à 7 h. du soir.

13, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et de 1 h. à 7 h. du soir.

18, brouillard à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

19, légère neige à 7 h. du matin, puis brouillard; forte bise à 4 h. du soir.

20, brouillard depuis 10 h du soir; neige dans la journée.

21, brouillard de 10 h. matin à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir; neige de 4 h. à 7 h. du soir.

26, légère neige à 7 h. du matin et à 10 h. du soir; brouillard de 1 h. à 4 h. du soir.

27, neige jusqu'à 7 h. du soir, puis brouillard; forte bise depuis 4 h. du soir.

28, brouillard jusqu'à 7 h. du matin; neige depuis 4 h. du soir.

29, forte bise pendant tout le jour; brouillard depuis 1 h. du soir.

30, brouillard depuis 1 h. du soir; forte bise depuis 10 h. du soir.

31, brouillard pendant tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 3 à minuit	556,62	Le 2 à 3 h. soir	554,85
7 à 11 h. soir	568,25	4 à 7 h. soir	551,10
11 à 11 h. matin	565,45	10 à 6 h. matin	561,30
16 à 9 h. soir	568,70	14 à 6 h. matin	558,25
22 à 9 h. soir	567,80	19 à 6 h. matin	562,00
31 à 11 h. soir	557,05	29 à 7 h. matin	549,59

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	560.79	+ 1.10	558.75	563.10	— 5.57	+ 2.66	— 8.8	— 1,3	.....	.....	....	NE.	1	0.55
2	556.29	— 3.39	554.85	558.55	— 7.10	+ 1.07	—12.8	— 0,5	70	13,5	....	NE.	1	0,88
3	555.76	— 3.92	555,25	556.62	— 8.92	— 0.81	—14.9	— 3,9	.....	.....	....	NE.	1	0,28
4	552.39	— 7.28	551.10	555.00	— 9.25	— 1.20	—10.8	— 5.2	280	15,5	....	SW.	2	1.00
5	554.11	— 5.56	551.30	556.90	— 9.74	— 1,75	—12.2	— 5.0	120	4,7	....	NE.	1	0.65
6	561.88	+ 2.22	557.15	565.45	— 7.95	— 0.03	—12.0	— 2.2	.....	.....	....	NE.	2	0.95
7	566.99	+ 7.33	565.55	568.25	— 4.12	+ 3.73	— 8.5	— 1,2	250	32,1	....	NE.	2	1.00
8	566.64	+ 6.98	566,00	567.95	— 3.09	+ 4.69	— 4.7	— 0,7	200	29,5	....	NE.	2	1.00
9	564.58	+ 4.91	564.03	565.95	— 4.04	+ 3.67	— 4.8	— 0,4	210	21,5	....	NE.	2	1.00
10	563.32	+ 3.65	561.30	565.28	— 5.97	+ 1.67	—10.5	— 1,3	.....	.....	....	NE.	2	0.83
11	565.12	+ 5.44	564.70	565.45	— 4.62	+ 2.94	—11.2	— 0.6	.....	.....	....	NE.	1	0.27
12	562.53	+ 2.84	561,27	564.35	— 5.19	+ 2.29	— 6.2	— 1,2	.....	.....	....	NE.	1	0.15
13	559.87	+ 0.17	559.00	561.05	— 4.52	+ 2.88	— 6.9	— 0.2	.....	.....	....	NE.	1	0,85
14	559.12	— 0.59	558.25	561.15	— 4.22	+ 3,10	— 6.8	— 0.5	.....	.....	....	var.		0.07
15	563.40	+ 3.67	561.25	566.00	— 3.42	+ 3.81	— 7,1	+ 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0.03
16	567.23	+ 7,48	565.90	568.70	— 2.04	+ 5.10	— 6.8	+ 2.7	.....	.....	....	NE.	1	0,23
17	568.05	+ 8.28	567,60	568,60	+ 0.38	+ 7,43	— 5.4	+ 5,9	.....	.....	....	NE.	1	0.13
18	565,27	+ 5.48	563,80	567.45	— 2.44	+ 4.52	— 4.9	+ 2,0	.....	.....	....	SW.	1	0.57
19	562.90	+ 3,08	562.00	564.73	— 4.02	+ 2.85	— 4.5	— 1,2	.....	.....	....	NE.	1	1,00
20	565.21	+ 5,36	564,60	565.80	— 2.45	+ 4.32	— 5.0	+ 1,7	40	7,0	....	NE.	1	0,72
21	565.41	+ 5.53	564.92	566.25	— 3.62	+ 3.05	— 4.8	— 0.5	80	5,0	....	SW.	1	0.93
22	566.76	+ 6.85	565,85	567.80	— 1.47	+ 5.10	— 5.0	+ 3.7	.....	.....	....	SW.	1	0,30
23	567.02	+ 7,08	566.27	567.65	— 1.15	+ 5.32	— 5.5	+ 4,0	.....	.....	....	SW.	1	0.10
24	564.97	+ 4.99	564,23	566.50	— 2.04	+ 4.33	— 4.1	+ 1,9	.....	.....	....	SW.	1	0,27
25	563.64	+ 3.62	563,23	564.42	— 1.60	+ 4.66	— 6.0	+ 3,0	.....	.....	....	SW.	1	0,15
26	562.93	+ 2.87	562.55	563.30	— 3.39	+ 2.77	— 7.5	+ 2.3	.....	.....	....	NE.	1	0.93
27	562.94	+ 2.84	561,55	563.68	— 6.05	0.00	— 9.3	+ 0,7	200	23.0	....	NE.	2	1.00
28	556.18	— 3.97	550.30	561.00	— 8.59	— 2.65	—12,0	— 3,0	130	8,2	....	NE.	1	0.83
29	550.28	— 9.92	549.59	551.52	—12.82	— 6.99	—14,5	— 9.0	50	4,0	....	NE.	2	1.00
30	552.70	— 7.55	551.10	554.90	—12.39	— 6.67	—14.9	— 7,4	.....	.....		NE.	1	0.83
31	555.60	— 4.70	554.60	557.05	—12.45	— 6.85	—15.1	— 8.6	.....	.....		NE.	1	1,00
Mois	561.61	+ 1.90			— 5.29	+ 2.03								0.63

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1896.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	560,29	559,79	559,84	560,14	560,10	560,39	560,79	560,87
2e » ...	563,99	563,67	563,70	563,87	563,77	563,62	564,07	564,28
3e » ...	561,16	560,75	560,78	560,91	560,76	560,52	560,61	560,64
Mois	561,79	561,38	561,42	561,61	561,52	561,48	561,78	561,89

Température.

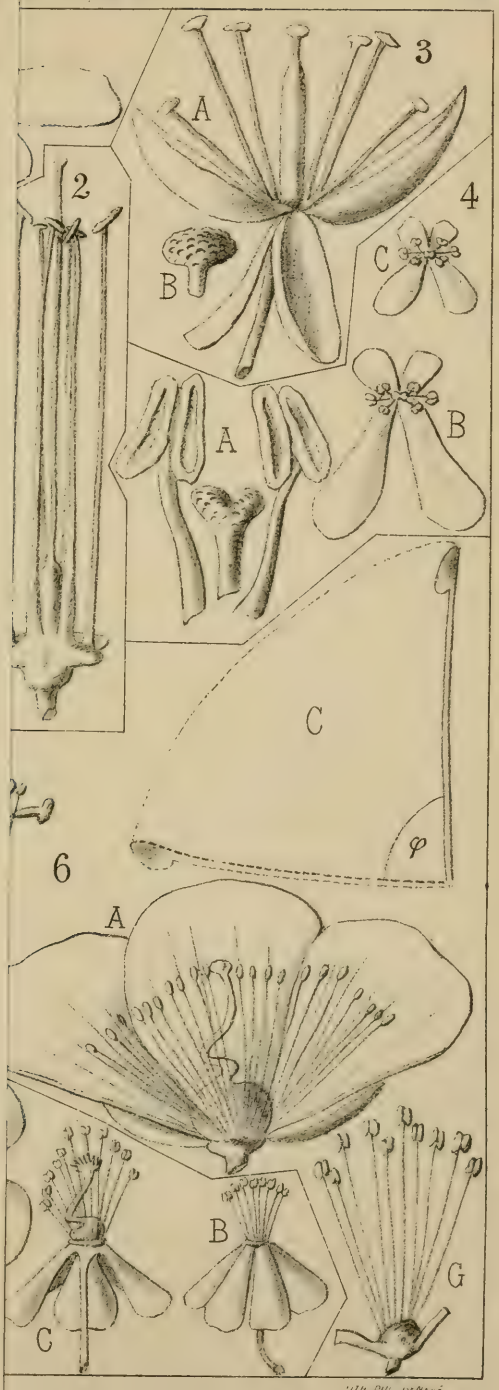
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 7,22	— 4,73	— 3,22	— 4,86	— 6,78	— 8,32
2e » ...	— 4,51	— 2,09	+ 0,07	— 0,75	— 3,46	— 4,46
3e » ...	— 7,18	— 4,15	— 2,86	— 3,44	— 6,29	— 7,52
Mois	— 6,33	— 3,67	— 2,03	— 3,03	— 5,54	— 6,79

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	°	°		mm	mm
1re décade...	— 10,00	— 2,17	0,81	116,8	1130
2e » ...	— 6,48	+ 1,06	0,40	7,0	40
3e » ...	— 8,97	— 1,17	0,67	40,2	460
Mois	— 8,50	— 0,77	0,63	164,0	1630

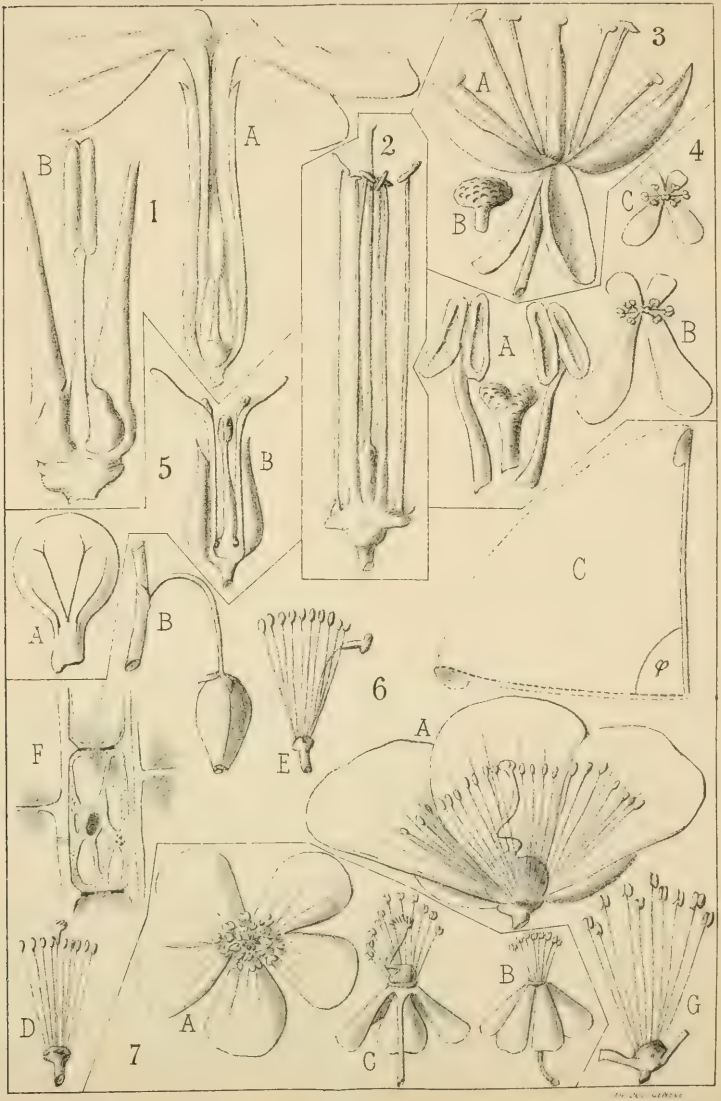
Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

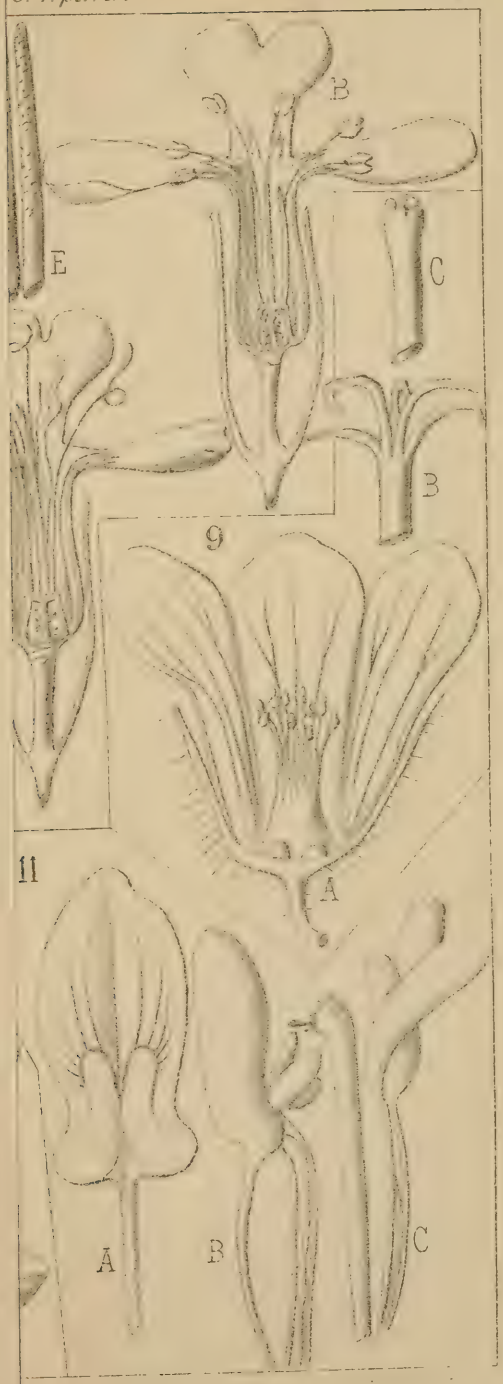
Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 3,37 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 65,0 sur 100.

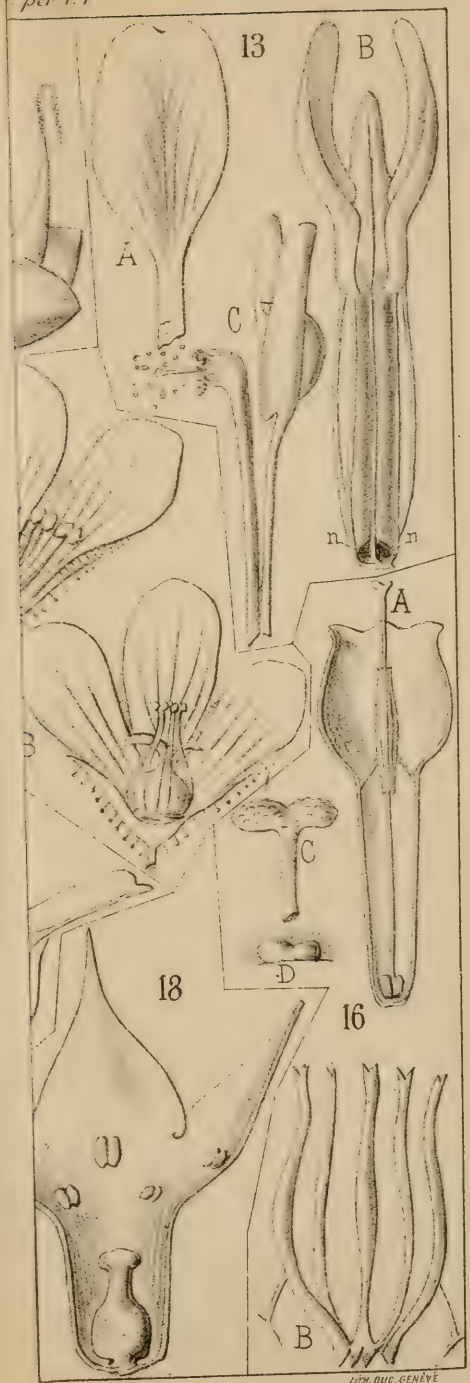


LITH. DUC GENÈVE

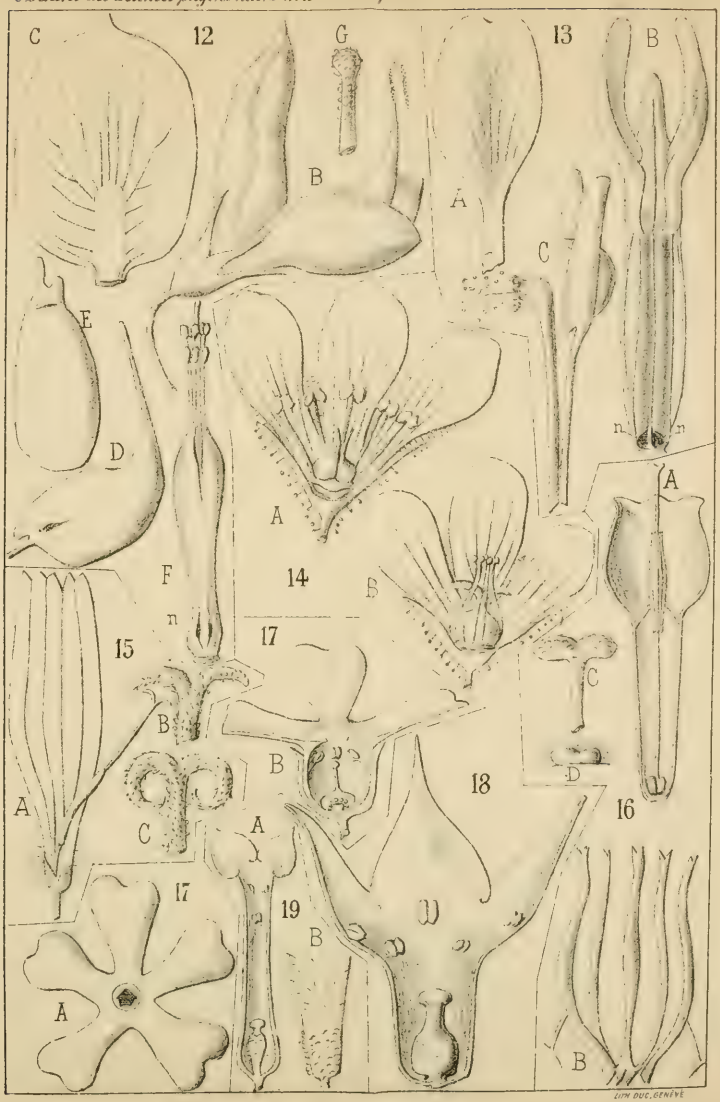

1
2
3
4
5
6
7
A
B
C
D
E
F
G
φ


B
E
C
B
9
11
A
A
B
C

8
A
B
D
E
C
F
C
B
B
9
10
C
11
A
A
12
A
A
B
C



LITH. DUC, GENÈVE


C
12
G
13
B
B
A
C
E
D
n
n
A
A
F
14
B
n
15
17
C
B
B
18
D
16
A
C
A
17
19
B
A
B
LITH. DUC. GENÈVE

SUR UNE

NOUVELLE ESPÈCE DE RAYONS

PAR

le Dr W.-C. RŒNTGEN

(SECONDE COMMUNICATION)

Traduction[1]

Mon travail devant être interrompu pour quelques semaines, je me permets de communiquer, dès maintenant, quelques nouveaux résultats.

18. Lors de ma première publication il m'était déjà connu que les rayons X ont le pouvoir de décharger les corps électrisés ; et je suppose que ce sont aussi les rayons X qui ont exercé l'action décrite par Lenard sur des corps électrisés, placés à une certaine distance, et non les rayons cathodiques qui auraient passé sans altération à travers la petite fenêtre d'aluminium de son appareil. Mais j'ai attendu, pour publier mes expériences, d'être à même de communiquer des résultats irréfutables.

[1] W.-K. Rœntgen. Eine neue Art von Strahlen IIte Mittheilung. *Sitzungsberichte der Würzburger Physik.-Medic. Gesellschaft*, 1895.

On ne peut obtenir de tels résultats que si les observations se font dans un espace, non seulement protégé des actions électrostatiques provenant du tube vide d'air, des fils conducteurs employés, de l'appareil d'induction, etc., mais encore protégé de l'influence de l'air arrivant du voisinage de l'appareil de décharge. Dans ce but, j'ai fait construire une chambre en feuilles de zinc soudées ensemble, assez grande pour me contenir avec les appareils indispensables, et fermée hermétiquement, sauf une ouverture pouvant se fermer par une porte en zinc. La paroi en face de cette porte est en grande partie recouverte de plomb.

Près de l'appareil de décharge situé à l'extrémité de la chambre, la plaque de plomb et la paroi de zinc sont découpées sur un espace de 4^{cm}, et cette ouverture est fermée hermétiquement par une plaque d'aluminium qui laisse passer les rayons X dans l'intérieur de la chambre.

J'ai observé les faits suivants :

a) Des corps placés dans l'air et chargés d'électricité positive ou négative sont déchargés sous l'influence des rayons X, et d'autant plus rapidement que les rayons sont plus intenses.

L'intensité des rayons était estimée d'après leur action sur l'écran fluorescent, ou sur les plaques photographiques. En général, il est indifférent que les corps électrisés soient conducteurs ou isolants.

Jusqu'à présent je n'ai obtenu aucune différence spécifique quant à la vitesse de décharge de corps différents ; il en est de même s'ils sont électrisés positivement ou négativement. Mais cela ne prouve pas qu'il ne puisse y avoir quelques petites différences.

b) Si le conducteur électrisé, au lieu d'être placé dans l'air est entouré d'un isolant solide, par exemple de paraffine, l'effet produit par les rayons X est le même que celui qu'on obtiendrait en passant l'enveloppe isolante dans une flamme en communication avec le sol.

c) Si l'enveloppe isolante est mise à la terre par un conducteur transparent pour les rayons X comme l'isolant, on ne peut observer, au moyen de mes procédés, aucune action du rayonnement sur cet espèce de condensateur.

d) Les observations décrites aux § *a*, *b* et *c*, prouvent que l'air traversé par les rayons X reçoit la propriété de décharger les corps électrisés avec lesquels il arrive en contact. Les différences de potentiels provenant des corps électrisés peuvent s'égaliser dans un espace rempli d'air parcouru par des rayons X.

e) Si la chose se passe vraiment ainsi, et si l'air conserve encore cette propriété quelque temps après avoir été exposé aux rayons X ; il doit être possible de décharger au moyen de cet air influencé des corps électrisés qui n'ont pas encore été atteints eux-mêmes par les rayons X. On peut s'assurer par divers procédés de l'exactitude de cette conséquence.

Parmi ces différentes méthodes d'observation, j'en indiquerai une, bien que ce ne soit pas la plus simple.

J'ai employé un tube de laiton de 3^{cm} de diamètre et 45^{cm} de longueur ; à quelques centimètres d'une des extrémités une partie de la paroi a été enlevée et remplacée par une plaque mince d'aluminium, à l'autre extrémité,

on a introduit dans le tube une boule de laiton fixée à une tige de métal isolée du tube et fermant hermétiquement. Entre la boule et l'extrémité fermée du tube on a soudé un petit tube latéral pouvant être mis en relation avec un aspirateur. Si on aspire l'air, la boule de laiton est effleurée par un courant d'air qui dans sa route à travers le tube a passé devant la fenêtre d'aluminium. La distance de la fenêtre à la boule est de plus de 20^{cm}. Je plaçais ce tube dans ma chambre de zinc de manière que les rayons X passant à travers la fenêtre d'aluminium tombassent perpendiculairement à l'axe du tube. La boule isolée se trouvait alors dans l'ombre en dehors de la zone d'action des rayons. Le tube et la chambre de zinc étaient réunis ensemble par un conducteur métallique, la boule était en relation avec un électroscope de Hankel.

L'observation montra qu'aussi longtemps que l'air restait en repos, la charge électrique (positive ou négative) communiquée à la boule, n'était pas influencée par les rayons X; mais si, par une aspiration énergique, on amenait en contact avec la boule l'air où les rayons avaient passé, la charge diminuait aussitôt considérablement. Si le potentiel de la boule est maintenu constant au moyen d'accumulateurs, et que l'on aspire continuellement de l'air influencé à travers le tube, il se produit un courant électrique comme si la boule était en relation avec le tube par un corps mauvais conducteur.

f) On peut se demander comment l'air peut perdre la propriété que lui ont communiquée les rayons X. Je ne sais encore s'il perd cette propriété de lui-même, c'est-à-dire sans être en contact avec d'autres corps; en revanche il est certain que l'air est rendu inactif s'il

est mis en contact avec un corps de grande surface, celui-ci n'ayant pas besoin d'être électrisé. Si, par exemple, l'on introduit dans le tube un tampon de ouate assez épais, de façon à ce que l'air influencé soit obligé de le traverser avant d'arriver à la boule, la charge de celle-ci reste intacte pendant l'aspiration même. Si le tampon est placé devant la fenêtre d'aluminium le résultat est le même que si la ouate n'existait pas; ces faits prouvent que la décharge ne peut être attribuée à de petites parcelles de poussière. Un treillis de fil a une action semblable à celle de la ouate, mais les mailles doivent être alors très fines et superposées pour rendre l'air inactif. Si ces treillis ne sont pas mis à la terre, comme nous l'avons supposé jusqu'ici, mais mis en relation avec une source d'électricité de potentiel constant j'ai toujours observé ce que j'attendais; cependant ces essais ne sont pas encore terminés.

g) Si les corps électrisés sont placés dans de l'hydrogène au lieu d'air, ils sont également déchargés par les rayons X. La décharge dans l'hydrogène m'a paru cependant se faire un peu plus lentement, toutefois ce fait est encore douteux, vu la difficulté d'obtenir des rayons X de même intensité.

Le mode d'introduction de l'hydrogène dans mes appareils excluait la possibilité que la couche d'air existant à la surface des corps au commencement de l'expérience jouât un rôle quelconque dans la décharge.

h) Dans un espace presque parfaitement vide d'air, la décharge d'un corps placé sous l'influence directe des rayons X a lieu beaucoup plus lentement (dans un cas,

par exemple, 70 fois plus lentement) que dans le même récipient rempli d'air ou d'hydrogène à la pression atmosphérique.

i) Des expériences sont commencées pour étudier l'influence des rayons X sur un mélange de chlore et d'hydrogène.

j) Enfin, je veux encore observer que les résultats d'expériences faites sur l'action déchargeatrice des rayons X, expériences dans lesquelles on n'a pas tenu compte du gaz ambiant, ne doivent être acceptés qu'avec précaution.

19. Dans beaucoup de cas il est avantageux d'intercaler entre le tube Crookes et la bobine Ruhmkorff, un appareil Tesla (condensateur et transformateur). Cet arrangement a les avantages suivants :

1° Les tubes Crookes sautent moins facilement et s'échauffent moins; 2° le vide se maintient plus longtemps, du moins dans les appareils que l'on a construits soi-même; 3° enfin beaucoup d'appareils donnent des rayons X plus intenses.

Le montage Tesla a rendu de bons services avec des appareils où le vide était trop parfait ou insuffisant pour bien fonctionner avec une bobine Ruhmkorff seule [1].

Les rayons X peuvent-ils être produits par une décharge continue avec potentiel constant, ou bien les variations du potentiel ne sont-elles pas plutôt absolument nécessaires

[1] Il suffit aussi d'intercaler une étincelle entre la bobine et le tube pour améliorer le rendement de celui-ci dans le cas où le vide n'est pas poussé assez loin.

pour la formation de ces rayons? C'est là une question qui se pose naturellement, mais à laquelle je ne puis répondre pour le moment.

20. Au paragraphe 13 de ma première publication, j'ai dit que les rayons X peuvent se produire non seulement dans le verre mais encore dans l'aluminium. Des expériences faites ultérieurement m'ont prouvé que tous les corps sont en état de produire les rayons X sous l'influence des rayons cathodiques. A ma connaissance, il n'y a aucune raison pour que les corps liquides et gazeux ne se comportent pas de la même manière. En revanche, il y a des différences quantitatives dans la manière de se comporter des différents corps. Par exemple si on fait tomber des rayons cathodiques sur une plaque dont une moitié est formée d'une lame de platine de $0^{mm},3$ d'épaisseur et l'autre moitié d'une plaque d'aluminium de 1^{mm}, on observe sur le cliché photographique obtenu au travers d'un petit trou que la plaque de platine renvoie plus de rayons X que la plaque d'aluminium, sur la face antérieure frappée par les rayons cathodiques. Par contre, la face postérieure de la plaque n'envoie presque pas de rayons X pour le platine, tandis que l'aluminium en envoie relativement beaucoup; les rayons ont été produits sur la face antérieure de l'aluminium et ont traversé la plaque. On peut facilement en donner une explication, mais il est préférable d'étudier auparavant un plus grand nombre de propriétés des rayons X. On doit cependant relever l'importance pratique de ce fait.

Pour produire des rayons X très intenses c'est, jusqu'à présent le platine qui paraît le plus avantageux.

J'emploie depuis quelques semaines un tube vide d'air, dans lequel un miroir concave d'aluminium sert de cathode et une plaque de platine, inclinée à 45° sur l'axe du miroir, et placé au centre de courbure, fonctionne comme anode.

21. Les rayons X, dans cet appareil, partent de l'anode. J'ai pu conclure des expériences faites avec des tubes de différentes formes qu'il est indifférent au point de vue de l'intensité des rayons X, que le point où ils sont engendrés serve ou non d'anode. Je fais construire un tube Crookes spécialement pour des essais de courants alternatifs du transformateur Tesla ; les deux électrodes sont des miroirs concaves d'aluminium dont les axes forment un angle droit. Au centre de courbure commun on a placé une plaque de platine qui reçoit les rayons cathodiques.

Je me réserve de revenir sur l'application de cet appareil.

Wurzbourg, 5 mars 1896.

SUR L'AIMANTATION DE L'ACIER

PAR LES

DÉCHARGES OSCILLANTES

DE LA

BOUTEILLE DE LEYDE

PAR

Henri VEILLON

(*Suite et fin*[1]).

Expériences personnelles.

Il était tout indiqué de reprendre pour commencer les expériences de Savary, tant celles dans lesquelles le fil conducteur est tendu en droite ligne, que celles où il est enroulé en hélice autour des aiguilles. Avec le premier dispositif je ne parvins pas à obtenir des résultats concordant avec ceux de Savary, bien que les capacités, les charges et les coefficients d'induction aient été variés un grand nombre de fois. En particulier je ne pus pas obtenir d'aimantation anomale avec le fil rectiligne. J'attribue ce manque de succès au fait qu'il est excessivement difficile de se placer exactement dans les mêmes conditions d'expérience que Savary, les données de ce savant devant forcément être bien incomplètes puisque la théo-

[1] Voir *Archives*, avril 1896, p. 305.

rie et les méthodes de mesure n'étaient pas alors ce qu'elles sont aujourdhui. En particulier je suppose que la capacité de la batterie de Savary était de beaucoup supérieure à celle dont je disposais.

La méthode dont je me servis pour déterminer le magnétisme était celle de van Rees [1]. Une petite bobine plate glisse rapidement depuis la ligne neutre de l'aiguille ou du barreau à étudier, en le serrant aussi étroitement que possible, jusqu'à une distance où le champ puisse être considéré comme nul, la quantité d'électricité induite se mesure par un galvanomètre balistique très sensible. Cette méthode est plus correcte que celle que Savary employait, et offre d'ailleurs l'avantage de donner à la fois la quantité du magnétisme libre et la polarité du barreau.

Je fis avec le fil rectiligne un très grand nombre d'expériences en variant les capacités, les coefficients de self-induction, les résistances, la longueur et l'épaisseur des aiguilles. Le résultat fut presque toujours que pour des distances croissantes entre le fil et l'aiguille, le magnétisme allait d'abord en augmentant d'intensité pour diminuer ensuite en tendant vers zéro. A une certaine distance il y avait maximum d'aimantation, mais jamais je ne pus constater de période anomale. Des cas semblables se trouvent du reste aussi chez Savary.

Un exemple que j'ai obtenu avec une batterie de douze bouteilles et une très forte décharge à travers un fil rectiligne en laiton de 3 mètres de longueur, est le suivant :

Distance (mm.) :	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50...
Magnétisme :	+9	+15	+19	+21	+18	+11	+12	+10	+9	+8	+7...

[1] Van Rees, *Pogg. Ann.* Bd. 70, p. 1. 1847.

Les aiguilles étaient donc toutes aimantées normalement, ce qui est indiqué par le signe positif selon l'usage adopté. Celle qui était située à la distance 15 avait été aimantée le plus fortement.

On voit que l'action magnétisante du fil tendu sur l'aiguille, n'atteint pas son maximum lorsque cette dernière se trouve aussi près que possible du fil, mais bien lorsqu'elle en est séparée par une certaine distance. Cela paraît frappant à première vue, mais on se rendra facilement compte qu'il doit en être ainsi. En effet, lorsqu'un courant traverse un fil rectiligne, les lignes de forces affectent la forme de cercles concentriques, ayant leurs centres sur l'axe du fil et leurs plans perpendiculaires au fil. La figure 2 représente un pareil système de

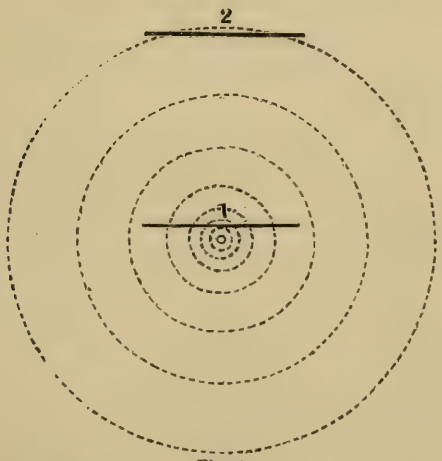


Fig. 2.

lignes de forces. On imaginera le fil rectiligne passant par le centre commun de ces cercles et perpendiculaire au papier. Supposons maintenant une aiguille, de longueur donnée, située dans le plan commun des cercles

et perpendiculaire à un plan passant par son milieu et le fil. Supposons en outre, que vu la petitesse de sa masse, l'aiguille ne modifie pas d'une manière sensible le champ par sa présence.

Pour obtenir l'action du courant sur un point de l'aiguille, considérons l'intensité du champ en ce point. Celle-ci est tangente au cercle qui passe par ce point, et nous obtenons la composante active en projetant la force sur la direction de l'aiguille. On déterminera ainsi pour chaque point de l'aiguille, la composante et leur somme représentera le magnétisme total de l'aiguille. Pour une position donnée de l'aiguille, on doit donc tenir compte en chacun de ses points, de l'intensité du champ et de sa direction, par rapport à l'axe de l'aiguille. Si l'aiguille se trouve très près du fil, comme en 1 de la figure, elle sera dans des conditions avantageuses, relativement à l'intensité du champ en chacun de ses points, mais au point de vue de la direction du champ, les conditions seront défavorables. Si au coutraire, nous plaçons l'aiguille loin du fil, en 2 de la figure, il y aura désavantage pour l'intensité. et avantage pour la direction du champ.

On est amené tout naturellement par ces simples considérations, à supposer que, pour une aiguille de longueur donnée, il doit exister une distance à laquelle il se produit un maximum de l'action résultante, et il est en effet aisé de démontrer qu'il en est ainsi.

Dans la figure 3, le plan E représente celui des cercles de tout-à-l'heure, *o* leur centre commun, *oq* la direction du fil rectiligne supposé infini, *mn* la direction de l'aiguille dans le plan. La droite *ot*, est perpendiculaire tant au fil qu'à l'aiguille, et *t* représente le milieu de cette dernière que nous supposerons infiniment mince.

Considérons un élément dx de l'aiguille situé à la distance x de son milieu *t*, et un élément de courant ds situé à la distance s du point *o*. Appelons ρ la distance

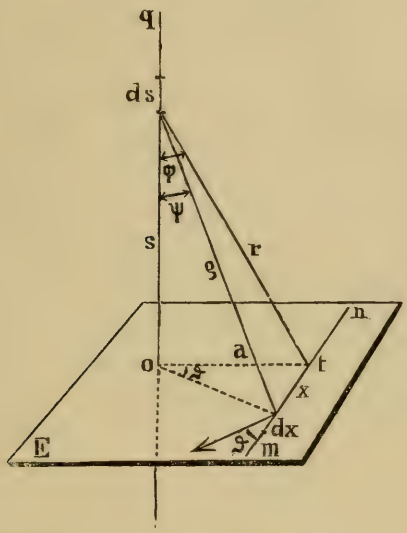


Fig. 3.

de ces deux éléments, et l'action électromagnétique sera donnée, en vertu de la loi de Biot-Savart, à des constantes près par l'expression :

$$\frac{ds\, dx \sin \psi}{\rho^2}$$

ψ désignant l'angle de ρ avec ds. Dans la figure cette action est représentée par la flèche dont la direction tombe toujours dans le plan E. Nous avons à en prendre la composante suivant la direction *mn*, c'est-à-dire à multiplier notre expression par le cosinus de l'angle ϑ dont on voit aisément que l'angle en *o* lui est égal. L'action du cou-

rant total sur l'élément dx sera donc à des constantes près :

$$\int_{s=0}^{s=\infty} \frac{\sin\psi \cos\theta \, dx \, ds}{\rho^2} \qquad (1)$$

Or cette action ne peut dépasser une certaine mesure, savoir le degré de saturation. Désignons donc la saturation pour l'unité de longueur par μ, elle sera égale à μdx pour l'élément dx. Envisageons maintenant l'élément situé au point t, et cherchons pour quelle valeur de la distance la saturation se trouve atteinte. Représentons cette valeur cherchée de a par β, il nous suffira de faire dans l'expression (1) : $\vartheta = 0$, $\rho = r$, $\psi = \varphi$ tout en l'égalant à μdx, ce qui donne :

$$\int_{s=0}^{s=\infty} \frac{\sin\varphi \, dx \, ds}{r^2} = \mu dx$$

ou bien

$$\int_{0}^{\infty} \frac{\sin\varphi \, ds}{r^2} = \mu.$$

En observant que

$$r = \sqrt{a^2 + s^2} \qquad \sin\varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2 + s^2}}$$

et en effectuant l'intégration on trouve la relation fort simple :

$$\beta = \frac{1}{\mu}. \qquad (2)$$

Cette valeur β est donc la distance à laquelle un élément situé dans le plan E, et se mouvant sur la droite *ot*

en lui restant toujours perpendiculaire, arrive à être saturé.

S'il s'approche davantage du fil l'intensité de son aimantation ne croîtra plus, mais restera désormais égale à la saturation. Revenons maintenant à notre aiguille, et faisons la se rapprocher sans cesse du fil, ce qui revient à faire varier la distance a. Tant que a sera plus grand que la limite β qui vient d'être calculée, aucun élément ne sera saturé. Pour $a = \beta$ ce sera l'élément du milieu qui sera saturé, et celui-là seul. Pour une valeur $a < \beta$ d'autres éléments pourront encore se saturer, et nous voulons désigner par ξ la valeur de la distance x du dernier élément de l'aiguille pour lequel il y a encore saturation. Pour calculer la valeur de ξ qui correspond à la distance a, il n'y a qu'à faire l'expression (1) égale à μdx. Or, en tenant compte des relations :

$$\sin \psi = \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{\sqrt{a^2 + x^2 + s^2}} \qquad \cos \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

$$\rho = \sqrt{a^2 + x^2 + s^2}$$

l'expression devient :

$$\int_{s=0}^{s=\infty} \frac{a\,dx\,ds}{(a^2 + x^2 + s^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{a\,dx}{a^2 + x^2}\left[\frac{s}{\sqrt{a^2 + x^2 + s^2}}\right]_{s=0}^{s=\infty}$$

$$= \frac{a\,dx}{a^2 + x^2} \qquad (3)$$

la parenthèse ayant pour valeur l'unité. Cela doit donc être égal à μdx pour $x = \xi$, ce qui donne

$$\frac{a}{a^2 + \xi^2} = \mu$$

et enfin en observant l'équation (2) :

$$\xi = \sqrt{a(\beta - a)} \tag{4}$$

Cette équation dit que le lieu géométrique de tous les points pour lesquels il y a encore saturation est un cercle de diamètre β, ayant son centre sur la droite *ot* et passant par *o*.

Appelons maintenant p la demi-longueur de l'aiguille. Celle-ci étant située à une distance $a < \beta$ il y aura saturation pour tous ses points entre $x = o$ et $x = \xi$, mais non pas entre $x = \xi$ et $x = p$.

L'action totale K se compose donc de deux parties. Pour chaque élément de la première l'action est μdx ou $\frac{dx}{\beta}$ pour ceux de la seconde elle est donnée par l'expression (3), et nous pouvons écrire :

$$K = \int_o^\xi \frac{dx}{\beta} + \int_\xi^p \frac{a\,dx}{a^2 + x^2}$$

$$K = \frac{\xi}{\beta} + \operatorname{arc\,tg} \frac{p}{a} - \operatorname{arc\,tg} \frac{\xi}{a} \tag{5}$$

Il reste maintenant à voir pour quelle valeur de a l'action électromagnétique K devient maximum. Pour cela nous remplacerons dans (5) ξ par sa valeur tirée de (4), et nous formerons l'équation $\frac{dK}{da} = o$. Ce calcul fournit la relation :

$$\frac{\beta - a}{\beta^2 a} = \frac{p^2}{(a^2 + p^2)^2} \tag{6}$$

Cette équation est du 5e degré en a et possède en tout cas une racine réelle quand $2p > \beta$. Il est ainsi démon-

tré que pour des aiguilles dont la longueur est plus grande que la distance extrême à laquelle l'élément du milieu se trouve saturé, il doit en effet y avoir une distance finie où il se produit un maximum de l'aimantation. On verra enfin sans peine que si les aiguilles sont plus courtes elles seront entièrement saturées pour toutes les distances qui les placent en entier dans le cercle donné par l'équation (4).

Il résulte de ces considérations que le procédé d'aimantation par le fil rectiligne offre beaucoup de difficultés. Il était donc indiqué de poursuivre les recherches en se servant du fil enroulé en hélice, ce procédé permettant de créer un champ homogène dans tout l'espace occupé par l'aiguille ou le barreau.

De cette manière il me fut aisé d'obtenir des aimantations anomales, mais ici encore je ne réussis pas, malgré tout le soin apporté dans les expériences, à constater une régularité aussi nettement accusée que Savary, Hankel et von Liphart. Il arrivait généralement que des décharges trouvées identiques au point de vue de la quantité et du potentiel, ainsi que cela fut constaté au galvanomètre balistique et à l'électromètre, eurent des effets magnétiques très différents sur des aiguilles de mêmes dimensions et de même trempe. Ces différences portaient aussi bien sur l'intensité de l'aimantation que sur la position des pôles. Une expérience mérite cependant d'être signalée. La quantité d'électricité étant le produit de la capacité et du potentiel, on peut obtenir une quantité déterminée en combinant une petite capacité avec un potentiel élevé, ou vice versa une grande capacité avec un faible potentiel. On vérifiera au galvanomètre balistique que dans les deux cas les quantités sont les mêmes. En opé-

rant de cette manière sur des aiguilles minces le magnétisme fut, abstraction faite du signe, beaucoup plus fort pour la grande capacité et le petit potentiel que pour la combinaison inverse. Plus les aiguilles étaient épaisses, plus aussi cette différence tendait à s'effacer.

Voyant que je n'arrivais pas à découvrir une loi pour ces phénomènes compliqués, je tâchai d'aborder la question en étudiant comment a lieu la distribution du magnétisme à l'intérieur d'un barreau quand celui-ci est soumis à l'induction de le décharge. La méthode qui, malgré les objections auxquelles elle peut donner prise, me parut la plus apte à jeter quelque lumière dans ces phénomènes fut celle que Jamin employa pour des aimants ordinaires obtenus par les procédés ordinaires de la touche ou du courant constant. Elle consiste, comme l'on sait, à user le barreau, couche après couche, par l'action d'un acide, et à déterminer après chaque opération son magnétisme. Il s'agissait ici en première ligne de bien établir la différence entre l'aimantation par le courant à régime constant et celle par la décharge. Jusqu'à la fin de ce travail je considérai les résultats obtenus comme nouveaux. Mais, en étudiant de plus près les publications qui avaient quelque rapport avec ce sujet, je vis qu'il m'avait échappé une note de M. Claverie [1], où le procédé de l'acide se trouve déjà employé pour l'étude de l'aimantation induite par les décharges. Dans ce mémoire il ne se trouve cité qu'un seul exemple qui ne concorde d'ailleurs pas entièrement avec mes observations, comme on verra.

Je construisis pour mes recherches un appareil avec lequel on pouvait déterminer le magnétisme permanent

[1] Claverie, *Compt. Rend.* t. CI, p. 947, 1885.

dès que la décharge avait eu lieu, sans qu'il fût nécessaire de soumettre le barreau à n'importe quelle manipulation. Cette mesure de précaution est indispensable, car les secousses peuvent altérer les résultats.

Sur l'une des extrémités d'un tube en verre s'enroule un fil de cuivre formant un solénoïde. Les spires ne forment qu'une couche et sont aussi rapprochées l'une de l'autre que l'isolement le permet. A l'intérieur du tube en verre se placent les barreaux cylindriques qui sont destinés à subir l'induction magnétique de la décharge qui traverse le fil. Le tube avec son solénoïde est renfermé dans un second tube en verre qui l'enserre aussi étroitement que possible, et l'intervalle est comblé avec de la paraffine fondue. Sur ce second tube glisse une bobine plate reliée à un galvanomètre très sensible. Afin de pouvoir employer des barreaux de diamètre plus ou moins grand, il fut construit deux appareils.

Le solénoïde du plus petit avait 125 spires d'un fil de cuivre de 0,4 mm. d'épaisseur et sa longueur était de 100 mm. Le diamètre des barreaux pouvait atteindre 4 mm. Avec le grand modèle les barreaux pouvaient aller jusqu'à 8 mm. d'épaisseur, et le solénoïde avait 150 spires d'un fil de 0,8 mm. couvrant une longueur de 240 mm. Dans l'un et l'autre de ces appareils le solénoïde était suffisamment grand pour que le champ pût être considéré comme uniforme dans tout l'espace occupé par les barreaux. L'axe de l'appareil était orienté perpendiculairement au méridien magnétique, une précaution qui est de rigueur. Nous faisons d'ailleurs observer que toutes les manipulations avaient lieu de telle sorte que le magnétisme terrestre fût sans influence. On voit que l'appareil permettait de déterminer le magnétisme

immédiatement après la décharge sans déplacer le barreau. Comme il ne s'agissait pour le moment que d'expériences qualitatives dans le but d'établir, comme nous l'avons dit, la différence entre la distribution produite par un courant constant et celle produite par la décharge, on put se dispenser de soumettre les capacités, les potentiels et les coefficients de self-induction à des mesures précises. Une bouteille de Lane indiquait à peu près la force des charges employées. Outre l'appareil décrit plus haut le circuit comprenait un excitateur muni de boules. Une de ses branches était mobile, ce qui permettait de décharger la batterie soit en amenant les deux boules au contact, soit en ne les rapprochant que jusqu'à la distance explosive.

Pour ces expériences on se servit de fil d'acier ou d'acier en barreaux du commerce, ou bien d'acier préparé spécialement pour le magnétisme par Pinat et Cie à Allevard. Là où le contraire n'est pas expressément signalé, les barreaux étaient longs par rapport à leur épaisseur, mégapolaires selon l'expression de Jamin. Avant chaque essai ils furent soigneusement recuits sur un feu de charbon et quelquefois trempés, et il ne fut jamais employé que des échantillons reconnus vierges de toute aimantation.

La marche des expériences était la suivante. On soumettait un barreau à l'action de la décharge dans l'appareil et dès après l'on déterminait le magnétisme rémanent. Là-dessus on le pesait au milligramme près, et l'on commençait la dissolution par l'acide chlorhydrique. Après chaque séjour dans le liquide corrosif on lavait le barreau et l'on déterminait de nouveau son magnétisme et son poids. Ces opérations successives se continuaient jusqu'à ce qu'il fût réduit à l'épaisseur d'un fil. Il n'y eut ici au-

cune difficulté, la corrosion se faisant en tous points avec la plus satisfaisante régularité, et les barreaux conservant pendant toute la durée de l'opération leur forme cylindrique. On eut aussi soin que le lavage, entre les différents passages dans l'acide, se fît sans secousse ; d'ailleurs on s'assura toujours au début, par un essai à blanc, que ce genre de manipulation n'avait aucun inconvénient. Selon l'épaisseur des barreaux le nombre des déterminations variait de soixante à cent.

La première série d'expériences se fit avec un courant à régime constant dont l'intensité alla jusqu'à 5 ampères. La fermeture et la rupture du courant eurent toujours

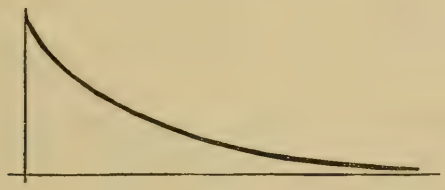


Fig. 4.

lieu de manière à ne faire croître et diminuer l'intensité que lentement. Les résultats furent toujours les mêmes, et la figure 4 donne un exemple obtenu par 50 observations. Sur l'abscisse sont portés les poids diminuant de gauche à droite, les ordonnées indiquent le magnétisme, positif ou normal en haut, et s'il y avait eu lieu négatif ou anomal en bas. Les aimantations furent toujours normales et diminuèrent au fur et à mesure de la dissolution. Chaque expérience donna le même résultat sans aucune exception.

Les choses se passèrent tout différemment dans la seconde série faite avec des décharges ordinaires. Les figu-

res 5, 6, 7 reproduisent fidèlement trois exemples typiques. Dans le premier ce fut un fil d'acier recuit long de 60 mm. et mesurant 1,5 de diamètre. La batterie était

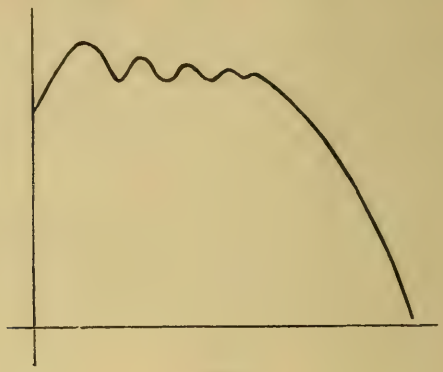


Fig. 5.

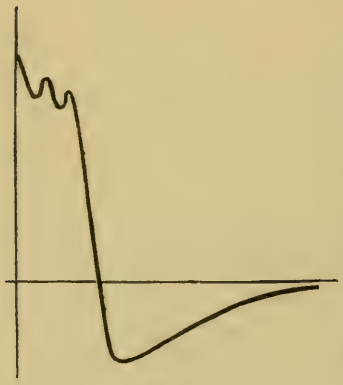


Fig. 6.

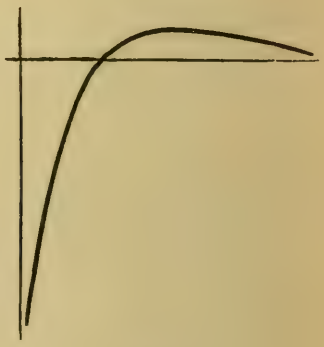


Fig. 7.

composée de 17 jarres, le micromètre de la bouteille de Lane était placé à 1 mm., et la décharge était de 50. La décharge eut lieu avec contact des boules de l'excitateur.

L'expérience de la figure 6 ne différait que par les dimensions de l'acier qui était recuit et avait 70 mm. de longueur sur 5 mm. de diamètre.

La courbe 5 est située en entier au-dessus de l'axe des poids, le magnétisme n'ayant jamais été anomal; dans la courbe 6 par contre il fut trouvé anomal à une certaine profondeur. Pour l'expérience de la figure 7 le magnétisme total libre était anomal au début et fut reconnu normal à une certaine profondeur. Dans ce dernier exemple la batterie avait 13 bouteilles et la décharge n'eut lieu qu'à la distance explosive. L'acier recuit était comme celui de 5. La courbe 5 a été obtenue par 44, la courbe 6 par 36 et la courbe 7 par 27 points.

Les parties ascendantes et descendantes de ces lignes indiquent des gisements très compliqués des éléments magnétiques. Au-dessus de l'axe des poids une ascension de la courbe signifie que dans la couche correspondante le magnétisme était négatif ou anomal, une descente de la courbe indique qu'il était normal ou positif.

L'emploi de l'acier trempé roide donne quelquefois lieu à une particularité qu'il faut noter. En mesurant le magnétisme libre quelques heures après l'action de la décharge on le trouve parfois moindre qu'on ne l'avait trouvé immédiatement après, et cela sans que le barreau ait subi aucune manipulation. En répétant la mesure de temps en temps on reconnaît que ce recul a une limite, et qu'au bout d'un temps variant avec la trempe il reste stationnaire. L'acier recuit ne présenta jamais, du moins d'une facon sensible, cette rétrogradation. Dans de pareils cas on ne commençait la dissolution dans l'acide chlorhydrique que lorsque l'état du magnétisme était devenu stationnaire. Quand la dissolution d'un barreau exigeait plus d'une journée, je m'assurais le lendemain, avant de reprendre le travail, que le magnétisme libre n'avait subi aucune altération par l'interruption.

Je fis encore quelques expériences avec la première méthode de Savary, c'est-à-dire avec l'aimantation par le fil rectiligne, afin de constater que là aussi le magnétisme était distribué suivant des couches coaxiales. Cela s'est trouvé vérifié et les courbes obtenues avaient le même caractère que celles des figures 5 ou 6.

Avec cette méthode j'obtins une seule fois une courbe qui coupait l'axe des abscisses en plus d'un point. Le magnétisme libre, après avoir passé du positif au négatif, remonta ensuite de nouveau dans les valeurs positives. Dans cette dernière branche les aimantations n'étaient plus que très faibles et ne purent d'ailleurs pas être déterminées avec une entière rigueur. Je note ce cas isolé parce que le seul exemple contenu dans le mémoire de M. Claverie, cité plus haut, devrait être représenté par une courbe ayant quatre points d'intersection avec l'axe des abscisses. Mes observations ne fournirent, hormis ce cas isolé, jamais plus d'un seul point d'intersection.

Ce qui précède établit d'une manière évidente la différence entre l'action magnétisante du courant constant et de la décharge. Dans la suite je me proposai de soumettre l'acier à l'aimantation par la décharge aspirante. Je fis passer l'aspiration par l'appareil qui a déjà servi tout à l'heure et le traitement à l'acide chlorhydrique conduisit toujours à des résultats semblables. La figure 8 en représente le type. L'acier avait 60 mm. de longueur sur 1,5 de diamètre et l'aspiration avait été très forte. La décharge ordinaire était de 40 degrés de l'échelle au galvanomètre balistique et de 590 avec l'aspiration, c'est-à-dire 15 fois plus grande comme quantité. On reconnaît de nouveau la stratification des couches magnétiques comme pour les décharges ordinaires. Cependant on ne

peut pas méconnaître une grande ressemblance entre ce résultat et celui de l'aimantation par le courant constant représenté dans la figure 4. Cela justifie l'opinion émise

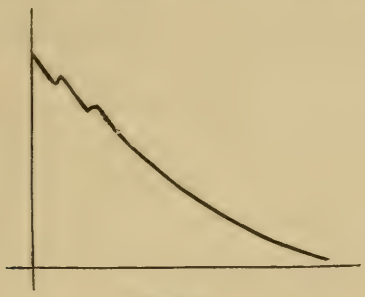


Fig. 8.

plus haut que la décharge aspirante agit sur les éléments magnétiques comme un choc violent spécialement dans un sens.

En se rappelant ce qui a été dit au commencement sur les écarts que l'aspiration produit dans la position de repos des galvanomètres et sur le retour de cet écart par suite d'une décharge ordinaire, il restait encore à faire ici l'expérience correspondante. Je fis donc agir une décharge aspirante sur de l'acier ; en voici un exemple : Le magnétisme fut trouvé égal à + 433, ce qui est indiqué dans la figure 9 par le point isolé. Si j'avais maintenant entrepris l'érosion par l'acide j'eus obtenu sans aucun doute une courbe comme celle de la figure 8. Je fis alors passer par l'appareil une décharge ordinaire, dans le même sens que tout à l'heure l'aspiration. Immédiatement le magnétisme libre tomba à une valeur négative, à — 11.

La décharge ordinaire avait donc presque totalement effacé le magnétisme induit de la décharge aspirante. Le

procédé de l'usure par l'acide appliqué maintenant donna la courbe que l'on voit, ce qui, en considérant la courbe 8, indique qu'il y a eu une perturbation complète dans

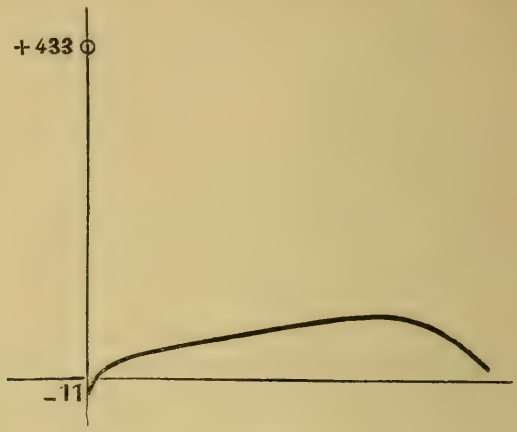


Fig. 9.

l'état magnétique produit en premier lieu par l'aspiration. Ce résultat très curieux confirme, me semble-t-il, la conjecture faite plus haut, suivant laquelle la décharge ordinaire équivaudrait à une sorte d'ébranlement des éléments magnétiques que la décharge aspirante avait engagés dans un équilibre instable.

Ces résultats permettront peut-être d'aborder maintenant l'étude des écarts signalés plus haut dans la position de repos des galvanomètres, et des curieux phénomènes de retour auxquels ils sont sujets.

Pour terminer, nous voulons indiquer comment on peut interpréter la stratification que nous venons d'observer dans l'aimantation par la décharge.

La première oscillation aimante le barreau jusqu'à une certaine profondeur, et, si celui-ci est suffisamment

épais, il est probable que l'action ne pénètre pas jusqu'à son axe. Il n'est pas impossible, en effet, que les couches extérieures de l'acier forment écran pour les plus profondes. La seconde oscillation produirait à elle seule une couche de moins grande épaisseur et de signe contraire, et en venant se poser sur la première elle l'annulera en partie. Il se pourrait aussi qu'elle la détruisît entièrement, et même qu'elle ait une action dominante et suscite une aimantation qui lui corresponde.

L'intensité maxima de la seconde oscillation a sans doute une valeur absolue moindre que celle de la première, mais on sait, par les travaux classiques de Wiedemann, que lorsqu'un courant d'intensité donnée a produit une certaine aimantation, il suffit pour la détruire d'un courant inverse d'intensité bien inférieure. Ainsi dans notre cas la seconde oscillation pourrait au besoin annuler l'effet de la première et laisser elle-même encore une certaine quantité de magnétisme. Pour les oscillations ultérieures les phénomènes se répètent. En dernière analyse le magnétisme total du barreau se compose de couches coaxiales à polarité alternante de l'une à l'autre. En tout cas les éléments magnétiques sont distribués d'une manière extraordinairement compliquée et leur groupement dépendra en grande partie de la nature de l'acier et de ses dimensions. L'hystéresis enfin ne peut pas rester sans jouer un rôle compliqué à découvrir, le temps nécessaire aux éléments magnétiques pour aller trouver leurs places à chaque instant étant probablement assez grand comparé à la durée d'oscillation.

Bâle, décembre 1895.

CUIVRAGE DE L'ALUMINIUM

PAR

F. NEESEN

professeur à l'Université de Berlin.

M. Ch. Margot[1] ayant décrit récemment dans les *Archives des Sc. phys. et nat.* un procédé de cuivrage de l'aluminium qui se rattache étroitement aux publications antérieures que j'ai faites sur le même sujet, je prends la liberté de passer ici rapidement en revue les points essentiels de mes travaux, dont M. Margot n'avait d'ailleurs pas eu connaissance, m'écrit-il, avant la découverte de son procédé, et je terminerai par une comparaison entre nos deux méthodes d'opérer le recouvrement de l'aluminium. Mon procédé se trouve décrit dans le brevet allemand n° 72773, demandé au nom de mon ami M. Dennstedt, le 23 mars 1893, et délivré le 13 décembre de la même année; dans les *Comptes rendus* de la séance du 1er décembre 1893 de la Société de Physique de Berlin, 34; et dans la *Revue électrotechnique de Berlin*, p. 87; Séance du 23 janvier 1894.

J'écrivais dans cette dernière publication qu'à l'état naissant ou un état analogue à l'état naissant, je prévoyais que l'aluminium serait susceptible de produire la

[1] Cuivrage galvanique de l'aluminium, par C. Margot. *Archives des Sc. phys. et nat.*, déc. 1895.

précipitation des métaux de leurs solutions. On provoque aisément cet état particulier de l'aluminium en l'immergeant dans l'acide chlorhydrique, la potasse caustique, l'ammoniaque, etc. L'expérience en effet confirma cette manière de voir, et, d'autre part, elle montra une nouvelle propriété de l'aluminium, celle de précipiter les métaux de leurs solutions.

Par exemple, si après avoir nettoyé soigneusement une feuille d'aluminium, on la plonge dans une solution de cyanure d'argent, la surface du métal reste inaltérée; par contre, si la feuille est attaquée par une solution de potasse jusqu'au dégagement du gaz, et introduite encore humide dans la solution d'argent, elle se recouvre immédiatement d'une couche d'argent. De la même manière on obtient la précipitation du plomb, de l'étain, du cuivre, etc. Remarquons en passant que cette réaction fournit un moyen extrêmement sensible de déceler la présence du mercure. Comme on le sait, l'aluminium amalgamé se recouvre à l'air d'une couche d'alumine ayant l'apparence de petites houppes, ou de taches blanchâtres, si la teneur en mercure est faible.

Si, après le passage de l'aluminium dans une solution de potasse, on l'immerge dans de l'eau contenant des traces de sel de mercure, on constate après avoir sorti le métal de l'eau et l'avoir séché que les taches blanches apparaissent rapidement à l'air.

Pour l'argenture de l'aluminium on opérera par exemple de la manière suivante :

Les objets décapés à chaud dans de l'acide nitrique, sont plongés dans une solution de potasse peu concentrée de température ordinaire, jusqu'au dégagement du gaz. Sortis de cette solution, ils seront secoués, mais

non essuyés, puis encore, recouverts de cette couche de potasse, reliés au pôle négatif d'une pile dans le bain de cyanure d'argent.

On opère de la même manière avec les autres métaux. Naturellement il ne faut pas mettre l'aluminium recouvert d'une couche alcaline dans un bain à réaction acide, ainsi le sulfate de cuivre ordinaire ne peut être employé pour le cuivrage; nous recommandons par exemple un des bains que l'on obtient en ajoutant de l'ammoniaque à une solution de chlorure de cuivre. L'amalgamation de l'aluminium est parfois nécessaire; dans ce cas le mode d'opérer sera le suivant : Après un décapage à l'acide nitrique, l'objet d'aluminium est immergé dans la potasse jusqu'à ce que le gaz se dégage. On le tient ensuite pendant quelques secondes, après l'avoir secoué, mais non séché, dans une solution peu concentrée d'un sel de mercure, par exemple 5 gr. de chlorure de mercure par litre d'eau. Une pellicule noirâtre apparaît à la sortie du bain et il faudra l'enlever avec une brosse, l'aluminium est de nouveau plongé dans la solution de potasse et l'on observe alors sur le métal un vif dégagement de gaz. Sorti de cette solution l'objet est secoué et immergé dans la solution de cyanure d'argent après l'avoir relié au pôle de la pile.

Je signalerai encore le passage suivant tiré du texte du brevet Dennstedt : Il faut remarquer que la plaque d'aluminium amalgamé ne peut être recouverte d'une couche galvanique. Une couche brillante de mercure apparaît sur l'aluminium plongé dans de l'acide nitrique, mais ainsi traité le métal est absolument passif dans un bain traversé par le courant : ni l'argent ni le cuivre ne se déposent à sa surface.

Relativement à la potasse employée dans les exemples cités, il est dit dans le document du brevet qu'on peut de même se servir des autres agents attaquant l'aluminium ; cette remarque se trouve encore dans les *Comptes rendus* de la Société de Physique de Berlin, n° 37, 1893.

M. Margot suit essentiellement la même voie, mais les points où son exécution pratique du procédé diffère de la mienne sont : 1° Comme exemple de l'agent d'attaque de l'aluminium, j'ai indiqué la potasse, tandis que M. Margot se sert de l'acide chlorhydrique. Toutefois j'ai prévu l'efficacité de cette substance et l'ai effectivement employée, comme en font foi les passages cités ci-dessus. 2° Je ne me suis pas servi du décapage préalable de l'aluminium par un carbonate alcalin, que M. Margot trouve avantageux. 3° M. Margot plonge l'aluminium un temps très court dans de l'eau pour chasser l'excès de chlore, tandis que j'éloigne le surplus en secouant l'aluminium.

Berlin, avril 1896.

REMARQUES

SUR LE

CUIVRAGE GALVANIQUE

DE

L'ALUMINIUM

PAR

Charles MARGOT[1]

N'ayant pas eu connaissance des travaux très intéressants publiés en 1893 et 1894 par M. le Dr Neesen sur le recouvrement de l'aluminium, j'ai décrit dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*[2] un procédé de cuivrage de ce métal fondé sur une observation semblable à celle qui avait été faite par cet auteur. M. Neesen, en revendiquant la priorité de cette découverte, reconnaît cependant très aimablement qu'il existe des divergences sensibles entre nos deux modes d'opérer.

Je me permettrai d'insister quelque peu sur les détails de ces divergences. Si l'on a recours à l'acide chlorhydrique et non à la potasse pour faire le cuivrage de l'alu-

[1] Ayant communiqué à notre collaborateur M. Margot la revendication en priorité qui précède de M. Neesen, nous avons reçu de lui, avec demande de la publier, la note qu'on va lire. *(Réd.)*

[2] Voir *Archives des Sc. phys. et nat.*, déc. 1895. Cuivrage galvanique de l'aluminium.

minium, la méthode à suivre diffère notablement de celle qu'indique M. Neesen. Le cuivrage de l'aluminium tel que je le pratique s'en éloigne non seulement par le décapage préalable au carbonate alcalin, mais essentiellement par le lavage superficiel à l'eau pure, après l'immersion de l'objet à cuivrer dans l'acide chlorhydrique dilué. De ce lavage dépend surtout la réussite de l'opération.

Le simple secouage de l'aluminium tel qu'il est pratiqué par M. Neesen avant la mise au bain de sulfate de cuivre, ne produit, si l'on se sert de l'acide chlorhydrique, qu'une précipitation abondante de cuivre à l'état pulvérulent, et non un dépôt adhérent. Il est clair que dans les conditions où s'est placé M. Neesen, c'est-à-dire le secouage de la pièce d'aluminium (et non le lavage superficiel, ainsi que je l'indique) il ne pouvait recommander l'emploi de l'acide chlorhydrique et d'un bain ordinaire de sulfate de cuivre. N. Neesen n'a donc pu que signaler la précipitation du cuivre par l'acide chlorhydrique, mais non le cuivrage réel et adhérent de l'aluminium par l'emploi de cet acide.

En résumé je reconnais volontiers à M. le Dr Neesen la priorité de la découverte de la précipitation du cuivre par l'aluminium lorsque ce métal a subi l'action d'un liquide corrosif; mais, de mon côté, l'application pratique de ce principe au cuivrage de l'aluminium, tel que je l'ai décrit récemment, diffère de la méthode suivie ou préconisée par M. Neesen dans des limites assez étendues pour qu'il ne puisse y avoir de confusion sur l'indépendance de nos procédés respectifs.

SUR LA
COULEUR DES ALCOOLS
COMPARÉE A LA
COULEUR DE L'EAU

PAR

W. SPRING

professeur à l'Université de Liège.

Nos connaissances sur les relations de la structure chimique d'un corps à sa couleur, laissent encore beaucoup à désirer. Si, à la vérité, on a pu constater que certains groupements atomiques, nommés pour ce motif : *groupements chromogènes*, communiquent à des corps organiques une coloration plus ou moins intense, on doit reconnaître que l'on sait encore bien peu de chose, sinon rien, sur les phénomènes de coloration que peuvent présenter les termes des séries homologues organiques les plus simples. Cette lacune de nos connaissances provient, sans doute, de ce que l'on a regardé la plupart des corps organiques comme incolores. Ils nous apparaissent ainsi quand on les observe sous les épaisseurs d'usage dans les manipulations courantes; mais rien ne dit qu'une couleur ne pourra se révéler si l'on examine les corps sous une épaisseur assez grande pour que l'absorption de la lumière devienne directement sensible. Un examen fait en se plaçant à ce point de vue, a cependant le même

intérêt scientifique que la détermination de toute autre propriété physique des termes appartenant à une même série chimique homologue. Il permettra, sans aucun doute, d'arriver à des renseignements utiles sur l'évolution des propriétés générales de la matière.

Ces considérations m'ont porté à vérifier si les alcools monobasiques, de formule générale $C_nH_{2n+1}.OH$, sont colorés ou non. Le choix de ce genre de corps est motivé surtout parce que l'ensemble de leurs propriétés chimiques connues aujourd'hui, les fait regarder comme des homologues supérieurs de l'*eau* et que cette dernière substance n'est incolore que vue sous faible épaisseur. Comme l'eau elle-même, les alcools renferment dans leur molécule un groupe constant : l'oxhydryle OH : ils ne diffèrent de l'eau que parce qu'ils possèdent un groupe hydrocarboné de plus en plus compliqué d'une espèce à la suivante. C'est ce que les formules suivantes rendent évident :

$H.OH$.	eau.
$CH_3.OH$.	méthanol.
$C_2H_5.OH$.	éthanol.
$C_3H_7.OH$.	propanol.
Etc.	

Un autre motif du choix de ces corps se trouve dans la possibilité de préparer au moins les termes CH_3OH, $C_2H^5.OH$ et $C_5H_{11}.OH$ en grande quantité et dans un état de pureté irréprochable, sans trop de frais.

Description des expériences.

Je me suis servi, pour la constatation de la couleur des alcools des deux tubes en verre de 26 mètres de long dont l'installation a été décrite dans mon travail sur le rôle des courants de convection dans le phénomène de

l'illumination des eaux limpides [1]. Il n'y a pas lieu de revenir sur ce point à présent; il suffit de faire connaissance avec la manière dont il a été opéré.

L'un des tubes a été rempli, à demeure, d'eau pure qui devait servir de terme de comparaison. Cette eau avait reçu quelques millièmes de bichlorure de mercure afin d'assurer sa conservation. J'ai vérifié, en effet, il y a déjà longtemps que l'eau distillée la plus pure devient, sans cette précaution, le siège d'une sorte de végétation qui diminue sa transparence [2]. L'autre tube recevait, successivement, les divers alcools. En avant de ce dernier tube se trouvait installé un grand spectroscope de Duboscq qui permettait d'observer le spectre des alcools et de le comparer avec le spectre de la source lumineuse.

La purification des alcools a eu lieu en opérant, pour chaque espèce, sur huit litres de matière. Les procédés en usage pour la préparation des produits absolus furent d'abord pratiqués; ensuite chaque alcool a été agité avec 1 kg. de noir animal nouvellement calciné et distillé, finalement, dans un appareil en platine en rejetant les produits de tête et de queue.

Pour mesurer l'intensité de la lumière que laissait passer, *pour l'œil*, chacun des liquides, j'ai fait usage du procédé suivant :

J'ai découpé dans une feuille de verre enfumé, tel qu'on l'emploie pour la fabrication des lunettes, un certain nombre de lames de mêmes dimensions. Leur épaisseur étant la même on pouvait admettre que chacune, *prise isolément*, absorbait la même proportion de lumière incidente; mais on sait que si l'on superpose des lames,

[1] *Archives des sc. phys. et nat.* t. I, p. 201.
[2] *Bull. de l'Académie de Belgique*, série 3, t. 5.

l'absorption *du paquet* n'est pas proportionnelle au nombre des lames : elle varie suivant une expression exponentielle. J'ai déterminé celle-ci empiriquement à l'aide du photomètre de Bunsen et j'ai dressé un tableau donnant la proportion de lumière absorbée depuis une lame jusqu'à vingt-deux lames. En opérant de la sorte il était inévitablement tenu compte aussi des pertes de lumière dues aux réflexions sur les faces successives des lames superposées; aussi est-il permis de regarder l'échelle obtenue empiriquement comme réunissant les conditions d'exactitude que comportent les mesures photométriques.

Ceci étant acquis, les observations ont été faites comme il suit : On interposait d'abord entre l'œil et le tube rempli de liquide, autant de lames qu'il en fallait pour éteindre toute sensation lumineuse Soit m ce nombre. Ensuite on regardait la source lumineuse directement à travers ces m lames et l'on ajoutait de nouveau des lames de manière à reproduire l'obscurité. Soit n ce nombre. Il est évident alors que si l'intensité I de la source lumineuse (lumière du soleil réfléchie par un mur blanc) reste constante pendant la durée des observations, on pourra admettre que la *résistance* des n lames sera égale à la résistance du liquide contenu dans le tube. La comparaison des résistances des deux liquides différents revient donc à la comparaison des grandeurs n. Par exemple, si A et B expriment les résistances des deux liquides, on aura :

$$A + m_1 = o, \quad \text{puis } n_1 + m_1 = o$$
$$B + m_2 = o, \quad \text{puis } n_2 + m_2 = o$$

donc $A = n_1$ et $B = n_2$, ou :

$$\frac{A}{B} = \frac{n_1}{n_2}.$$

On peut donc déterminer commodément la résistance, ou l'absorption, relative d'une série de liquides si l'on prend la résistance de l'un d'eux comme unité.

Résultats des observations.

Aucun des trois alcools examinés n'est incolore sous une couche de 26 mètres d'épaisseur. L'alcool méthylique s'est montré *bleu verdâtre*, l'alcool éthylique aussi, mais de nuance moins foncée ; l'alcool amylique est de couleur jaune verdâtre.

La couleur bleue, très pure, que montre l'eau se modifie donc régulièrement en se compliquant de plus en plus de jaune à mesure que l'on passe d'un terme de la série homologue à un autre.

Pour donner autant que possible, une indication sur la dégradation du bleu de l'eau, j'ai préparé une solution de chlorure cuivrique d'un titre constant et à l'aide d'un colorimètre j'ai déterminé l'épaisseur de cette solution qui produisait, sur l'œil, la même sensation de couleur que chacune des substances soumises à l'examen. On trouve qu'il faut une solution contenant 16,32 de $Cu\ Cl_2$ pour cent, pour reproduire la couleur de l'eau et que la nuance d'une épaisseur de 26 m. d'eau est donnée par une épaisseur de $0^m,314$ de la solution cuivrique, tandis que celle des alcools méthylique et éthylique se reproduit avec des épaisseurs respectives de $0^m,012$ et $0^m,006$. L'alcool amylique échappe à la comparaison par suite de sa teinte jaune verdâtre qui ne peut être rapprochée de celle du chlorure cuivrique quelle qu'en soit l'épaisseur.

On voit donc qu'il y a entre la nuance bleue de l'eau et celle de l'alcool méthylique une différence de niveau colorimétrique bien plus grande qu'entre cet alcool et

celui qui le suit immédiatement. Sans doute saisit-on déjà ici l'influence de la présence du chaînon carboné sur l'intensité du bleu de l'eau. On la constate mieux encore si l'on procède à l'analyse spectrale de la lumière que laisse passer les alcools et si l'on compare leur spectre avec celui de l'eau pure.

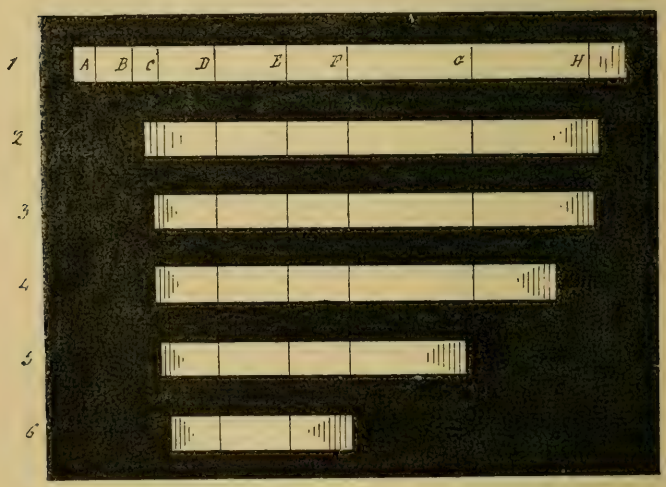
Le spectre de l'eau est bien connu. Il a été étudié surtout par Vogel [1], par J.-L. Soret et E. Sarasin [2], ainsi que par F. Boas [3].

Ces observateurs sont d'accord pour reconnaître que le rouge est peu prononcé, le jaune obscurci, le vert très lumineux, que le bleu paraît complet, mais que le violet est entamé. En un mot l'eau exerce surtout son action sur les extrémités du spectre solaire, tout en affaiblissant l'intensité du jaune. Le même caractère s'observe dans le spectre des alcools, mais l'absorption de la partie la plus réfrangible est de plus en plus grande à mesure que le chaînon carboné domine davantage, tandis que la diminution du rouge ne fait que des progrès peu sensibles. Les choses paraissent se passer comme si le groupe oxhydryle (OH) avait pour effet d'absorber l'extrémité rouge du spectre et les chaînons carbonés l'extrémité opposée (le violet et le bleu) en fonction du nombre des atomes de carbone. L'eau, HOH, qui est privée de carbone, laisse passer beaucoup de violet, l'alcool méthylique en laisse passer moins et l'alcool amylique donne la première lueur visible dans le spectroscope, dans le bleu ; il n'y a plus de violet. Le rouge reste sensiblement le même chez les quatre corps.

[1] *Annales de Poggendorff*, t. 136, p. 325.
[2] *Comptes rendus*, t. 98, p. 624.
[3] *Ann. Phys. Beiblätter*, t. 5, p. 797.

Ces observations rendaient intéressant l'examen d'un hydrocarbure, c'est-à-dire d'un corps privé d'hydroxyle. J'ai donc rempli le tube de 26^{m} de *ligroïne* préalablement purifiée à l'oxyde de sodium et distillée deux fois. Son point d'ébullition a passé de 60° à 110°, ce qui correspond à un mélange d'hydrocarbures depuis C_6H_{14} jusque C_8H_{18}. Ce liquide était *jaune sombre* sans la moindre trace de vert; sous l'épaisseur de 26^{m}. Son spectre se composant de trois couleurs seulement : le vert, l'orangé et fort peu de rouge. Ce résultat corrobore donc les observations faites à l'aide des alcools ; il permet même de dire que les alcools supérieurs à l'étage C_5 comprendront aussi des espèces éteignant complètement le bleu de la lumière solaire.

Voici, à titre de renseignement, la reproduction graphique des cinq spectres observés; en tête se trouve la



reproduction du spectre solaire. On pourra donc se faire commodément une idée de la décroissance des bandes lumineuses.

Le n° 1 est le spectre solaire avec les raies principales de Fraunhofer comme repères.

Le n° 2 est le spectre de l'eau.

Les n°s 3, 4 et 5, ceux des alcools méthylique, éthylique et amylique.

Le n° 6 est le spectre de la ligroïne.

Dans chacun des 5 derniers spectres l'intensité du jaune est fortement affaiblie, la plus grande clarté se trouve dans le vert. La figure ne reproduit pas cette particularité importante.

J'ai procédé ensuite à la mesure de la *résistance* opposée par chacune des substances à la lumière du jour, en opérant comme il a été dit plus haut.

En prenant la résistance de l'eau comme unité, on arrive au tableau suivant :

Eau..	1,00000
Alc. méthylique..	0,98629
Alc. éthylique..	0,98383
Alc. amylique..	0,96576
Ligroïne . . . . . , .	0,96568

On voit que c'est la substance la plus simple de composition : l'eau, qui offre le plus de résistance au passage de la lumière *appréciée à l'aide de l'œil.* On la juge moins transparente qu'aucune des quatre matières suivantes.

J'ai essayé d'exprimer la proportion de lumière que laisse passer l'eau, sous 26^m, en prenant la lumière du jour pour unité.

A cet effet, j'ai interposé entre l'œil et le tube rempli d'eau, des lames de verre enfumé, jusqu'à production d'obscurité. Il en a fallu 6. Alors, regardant la source lumineuse au travers de ces 6 lames j'en ai ajouté jusqu'à reproduire l'obscurité. Il en a fallu 15. Ces 15 lames

offrent donc la même résistance que 26^m d'eau. A l'aide du photomètre de Bunsen on détermine que les 15 lames absorbent 99,970 pour cent de la lumière incidente. Ce nombre permet de calculer la résistance optique de chacun des autres liquides.

La proportion 99,970 p. c. paraît énorme, néanmoins la lumière passant par l'eau est encore très visible par suite de l'exquise sensibilité de l'œil.

Le tableau précédent nous fait voir également qu'il n'y a aucune relation *simple* entre le pouvoir absorbant des liquides examinés et leur poids ou leur volume moléculaire. Hartley et Huntington qui ont étudié par la méthode photographique, la transparence de divers corps organiques de la série aliphatique [1], avaient cru pouvoir conclure de leurs recherches que la transparence va en diminuant proportionnellement à la complication des molécules. Les résultats que je viens de faire connaître prouvent que cette conclusion est tout à fait erronée si on l'étend à toute la lumière du spectre. Il convient, à la vérité, de rappeler que les physiciens anglais n'ont opéré que sur une épaisseur de liquide bien faible : trois quarts de pouce anglais seulement, soit 19 millimètres ou 1368 fois moins que l'épaisseur dont j'ai fait l'usage.

Dans ces conditions il est admissible que l'indécision inévitable des résultats ait porté les auteurs à tirer une conclusion qu'il est impossible, à présent, de regarder comme conforme aux faits. Au surplus, MM. J.-L. Soret et Rilliet, dans leur beau travail sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances [2] ont déjà

[1] *Phil. Trans. of the Roy. Soc.* I, 1879.
[2] *Archives des Sciences phys. et naturelles*, 1890, t. XXIII, p. 5.

exprimé l'opinion que la conclusion de MM. Hartley et Huntington ne résulte pas nettement des expériences dont on l'a déduite et qu'on doit l'attribuer plutôt aux impuretés qui limitent la transparence. On jugera combien la réserve de MM. Soret et Rilliet était fondée.

Toutefois, si la transparence générale des liquides n'est pas en relation avec la complication des molécules, les corps donnent néanmoins un spectre plus court quand leur teneur en carbone augmente, sans qu'on puisse cependant observer une proportionnalité bien marquée.

Les quelques observations qui ont fait l'objet de cet article soulèvent plusieurs questions dont la solution n'est pas sans intérêt.

On peut, par exemple, se demander si la nuance de la couleur bleue d'un alcool est en rapport avec le nombre de groupes oxhydryles que renferme sa molécule, en d'autres termes si les alcools polyatomiques sont *plus bleus* que les alcools monoatoniques ?

D'autre part quel est le rôle de l'oxygène aldéhydique ou cétonique dans le phénomène de la coloration ? c'est-à-dire quelle est l'influence exercée par la substitution de l'hydrogène d'un hydrocarbure par des atomes ou des groupes atomiques ?, etc. La réponse à ces questions ne laissera pas de présenter de grandes difficultés d'ordre chimique; néanmoins je me propose de m'assurer si elle n'est pas au-dessus de mes forces et de mes moyens.

Liège, Institut de Chimie générale, 28 février 1896.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1895

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

A. KAMMERMANN

Astronome à l'Observatoire de Genève.

1° *Observations générales.*

Les observations météorologiques ont continué comme par le passé à l'Observatoire de Genève; les observations directes se sont faites de trois en trois heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Une observation supplémentaire a eu lieu comme précédemment à 9 h. du soir pour rattacher Genève au reste du réseau suisse, où les observations se font à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir. Cette dernière observation n'est du reste pas utilisée dans le résumé annuel; mais elle est publiée chaque mois par les soins du Bureau météorologique central de Zurich, auquel elle rend de réels services.

Il n'y a eu qu'un seul changement dans les instruments météorologiques employés par l'Observatoire; il concerne le psychromètre normal, de F. Jerack à Prague. Nous disions dans notre dernier résumé que l'enveloppe exté-

rieure du thermomètre à boule mouillée était endommagée et qu'on serait obligé de remplacer prochainement ces deux thermomètres qui ont été utilisés pendant de très nombreuses années. Ce changement a eu lieu le 23 juillet 1895. Les thermomètres Jerack ont été remplacés par des thermomètres en verre vert de Tonnelot, construits spécialement pour l'Observatoire ; les boules et les tubes ont exactement la même dimension que les premiers et par conséquent, si l'on fait abstraction de l'épaisseur et de la nature du verre, la même sensibilité. La correction du thermomètre à boule sèche : Tonnelot 11278 est de — 0°1 ; celle du thermomètre à boule mouillée : Tonnelot 11276 est *nulle*. Ces deux thermomètres sont divisés en $^1/_5$ de degré comme ceux de Jerack, et la lecture se fait aisément à 0°05 près.

Les observations faites au Saint-Bernard par les soins des religieux et sous la surveillance spéciale de M. le prieur Frossard ont en général lieu aux mêmes heures qu'à Genève ; toutefois l'observation de 9 h. du soir est supprimée, et en ce qui concerne la température, la première observation du matin se fait à des heures variables dans le courant de l'année. En décembre elle s'est faite à 5 h. du matin ; puis à 5 h. $^1/_2$ durant les mois de janvier à mai inclusivement ; pendant les quatre mois suivants, juin à septembre, elle a eu lieu de nouveau à 5 h. du matin. Durant les deux derniers mois de l'année météorologique, octobre et novembre, elle s'est faite normalement à 7 h. du matin. Cette variation dans l'instant de la première observation du matin est très regrettable, ainsi que nous l'avons dit dans plusieurs de nos résumés antérieurs. Nous avons cherché à en diminué la gravité en continuant à nous servir du mode d'in-

terpolation graphique exposé dans le résumé météorologique de l'année 1884. Cette méthode fournit en effet une valeur approchée de la température moyenne vraie à 7 h. du matin, ainsi que des températures de 1 h. et de 4 h. du matin.

Les valeurs normales des différents éléments météorologiques sont empruntées pour Genève aux « Nouvelles études sur le climat de Genève, » par E. Plantamour. Elles sont les moyennes des 50 années d'observation de 1826 à 1875.

Les valeurs normales pour le Grand Saint-Bernard sont formées par les moyennes des 27 années, de 1841 à 1867.

Les observations météorologiques ont été faites comme par le passé à l'heure locale, *qui est la* seule indiquée. Pour la transformer en temps de l'Europe centrale, il faudra donc ajouter 35 minutes aux observations genevoises et 30 minutes à celles du Grand Saint-Bernard.

2° *Température.*

Les observations de 1 h. et de 4 h. du matin, qui complètent le cycle des observations tri-horaires faites directement sont obtenues de deux manières différentes : 1° au moyen d'un thermographe de Richard frères à Paris et 2° au moyen de thermomètres à renversement de Negretti et Zambra à Londres. Le thermographe de Richard frères a continué de fonctionner à notre entière satisfaction et ce sont principalement ses indications qui nous ont servi à établir les températures de 1 h. et de 4 h. du matin. Nous n'accordons qu'un poids bien moindre aux données des thermomètres

Negretti et Zambra; car, avec ces derniers, on n'est jamais sûr du point où la colonne de mercure se rompt après le déclanchement, ce qui occasionne des erreurs, qui peuvent être considérables, dans leurs indications.

Le bon fonctionnement de notre petit enregistreur Richard a engagé M. R. Gautier, directeur de l'Observatoire, à s'en procurer un d'un plus grand modèle pour la station météorologique qu'il a installée dans sa campagne de Cologny. La sensibilité de ce dernier est excellente et ses indications correspondent généralement à 0°1 près avec celles des thermomètres à minima et maxima placés dans la même cage.

Un thermographe du même modele plus grand a été commandé pour le Saint-Bernard et attend à l'Observatoire de Genève le moment où l'on pourra munir cette station de montagne d'autres enregistreurs.

L'année météorologique, qui s'étend de décembre à novembre, a été maintenue dans le résumé actuel. Ce résumé ayant en vue une étude climatologique, il nous a paru préférable de réunir les mois par saisons au lieu de s'en tenir à l'année civile. Toutefois, une exception a été faite pour le tableau qui donne la température de cinq en cinq jours. La température de l'année civile à Genève est de 0°13 supérieure à celle de l'année météorologique, les mois de décembre 1894 et 1895 ayant comme température moyenne les valeurs de + 0°88 et + 2°48.

Au Saint-Bernard cette différence est beaucoup moins accusée; l'année civile y est plus chaude de 0°02 seulement, les mois de décembre 1894 et 1895 ayant comme température moyenne les valeurs de — 7°94 et de — 7°74.

Les tableaux suivants donnent pour Genève la tempé-

rature de trois en trois heures à partir de 1 h. du matin. Le tableau des températures pour le Grand Saint-Bernard fournit les observations de trois en trois heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Un dernier tableau donne les écarts entre la température moyenne de chaque mois et les valeurs normales précitées.

L'hiver 1895 a présenté de nombreuses particularités très intéressantes, soit au point de vue de la température, soit sous celui des précipitations atmosphériques. Nous en avons déjà parlé dans une brochure précédente :

« Sur quelques particularités de l'hiver 1894-95. » (*Archives des sciences physiques et naturelles.* Avril 1895) et renvoyons nos lecteurs à celle-ci pour les détails, sur lesquels nous ne voulons pas revenir.

Grâce à un hiver très rigoureux, l'année 1895, qui laissera cependant d'excellents souvenirs pour la qualité des vins, a été de 0°20 inférieure à la normale. Sa température moyenne n'est que de + 9°14. Au Saint-Bernard, l'année, dans son ensemble, est normale, l'écart étant nul.

A Genève la température du mois de décembre 1894 est normale; l'écart négatif du mois de janvier dépasse de plus du double les limites de l'écart probable, tandis que celui de février atteint presque le quintuple des limites de l'écart probable assigné à ce mois d'après le calcul des 50 années d'observation de 1826 à 1875.

C'est, comme nous l'avions déjà dit ailleurs, le mois de février le plus froid de ce siècle.

Depuis 1825, l'hiver 1894 à 1895, n'occupe que le quatrième rang dans les hivers rigoureux; il a été dépassé par les hivers 1829-1830, 1879-1880 et enfin 1890-1891.

Le mois de mars a également été froid; son écart

— 1°,70 dépasse encore les limites de l'écart probable qui sont de ± 1°,10. Avril a été plutôt chaud, mais en restant toutefois dans les limites du calcul. Mai est normal, son écart n'étant que de 0°,05 inférieur à la valeur normale.

Le printemps dans son ensemble est un peu plus froid que ne l'indiquerait la moyenne des 50 années, 1826 à 1875.

Nous avons malheureusement une gelée blanche à enregistrer au matin du 18 mai, gelée qui a causé beaucoup de mal dans les vignobles du canton, principalement dans le Mandement.

Le minimum normal abrité indiquait + 0°,6 à l'Observatoire, tandis qu'un thermomètre minimum posé à l'air libre sur le gazon fauché est descendu à — 4°,8. A Cologny le minimum abrité indiquait — 0°,7 et à Sécheron — 1°,5.

Voyons si cette gelée blanche pouvait être prévue dès la veille au moyen de la méthode du thermomètre à boule mouillée exposée dans les *Archives* du 15 novembre 1885 et qui est employée maintenant un peu partout en lieu et place des indications fournies par le point de rosée. Nous prendrons pour cela les indications du thermomètre à boule mouillée pour les journées des 16, 17 et 18 mai, à partir de 1 h. du soir en indiquant à côté les minima probables qui en résultent pour la nuit suivante et ceux qui ont été réellement observés.

16 mai.

	Température.	Boule mouillée.	Minimum probable.	Minimum vrai de la nuit suivante.
	°	°	°	
1 h. s.	+ 8,1	+ 5,3	+ 1,3	
4 h. s.	+ 7,9	+ 4,8	+ 0,8	
7 h. s.	+ 4,0	+ 3,2	+ 0,2	
10 h. s.	+ 3,7	+ 2,7	+ 0,7	+ 1°,5

17 mai.

	Température	Boule mouillée.	Minimum probable.	Minimum vrai de la nuit suivante.
	°	°	°	
1 h. s.	+ 7,0	+ 3,7	— 0,7	
4 h. s.	+ 7,9	+ 3,7	— 0,7	
7 h. s.	+ 6,6	+ 3,4	— 0,4	
10 h. s.	+ 3,3	+ 2,1	— 0,1	+ 0°,6

18 mai.

	Température.	Boule mouillée.	Minimum probable.	Minimum vrai de la nuit suivante.
	°	°	°	
1 h. s.	+ 9,7	+ 4,9	+ 0,9	
4 h. s.	+ 10,3	+ 5,9	+ 1,9	
7 h. s.	+ 8,2	+ 4,9	+ 1,9	
10 h. s.	+ 7,0	+ 4,7	+ 2,7	+ 6°,7

On voit d'après les chiffres cités plus haut que la prévision de la gelée blanche du 18 mai d'après la méthode du thermomètre à boule mouillée eût donné de très bons résultats.

Le danger était déjà très grand le 16 mai pour la nuit suivante; déjà au commencement de l'après-midi du 17 mai le minimum prévu tombait au-dessous de 0° et la gelée se produisait la nuit suivante. Enfin, la marche des minima prévus dans l'après-midi du 18 mai, indique que le danger d'une nouvelle gelée s'écartait.

Nous nous en sommes tenus intentionnellement aux indications du thermomètre à boule mouillée, sans tenir compte des autres caractères du temps, tels que nébulosité, nature des nuages, direction et force du vent, marche du baromètre, etc., qui sont de très précieux auxiliaires pour ce genre de prévisions.

Les écarts des trois mois d'été sont tous positifs à Ge-

nève, mais d'une quantitè qui ne dépasse pour aucun d'eux les limites de l'écart probable.

Il n'en est pas de même du mois de septembre dont l'écart positif est le triple de l'écart probable; ce mois a été extraordinairement sec et chaud; sa température moyenne est de + 17°,47. Ce n'est pas le mois de septembre le plus chaud du siècle comme on l'a dit; il est en effet dépassé par celui de 1834 dont la température moyenne a été de + 18°,35; il ne vient qu'en second rang et est immédiatement suivi par celui de l'année 1871 dont la température moyenne est de + 17°,36.

Octobre est légèrement plus froid que que la normale, tandis que novembre est extraordinairement chaud; son écart + 3°,37 dépasse le triple de l'écart probable. C'est le mois de novembre le plus chaud constaté depuis 1825; sa température moyenne est de + 7°,92. Il est suivi des mois de novembre 1852 avec + 7°42 et de 1872 avec + 7°,32.

Grâce aux deux mois si chauds de septembre et de novembre, l'automne 1895 est le plus chaud constaté depuis 1825. Son écart, + 2°,01, n'est suivi que d'assez loin par celui de l'année 1865, qui est de + 1°,54.

Malgré cette magnifique arrière-saison, le rigoureux hiver 1894 à 1895 fait ranger l'ensemble de l'année 1895 parmi les années plutôt froides, l'écart de la température moyenne étant de 0°20 inférieur à la normale.

Le mois le plus froid de l'année est habituellement celui de janvier avec une température normale de — 0°08; en 1895 le mois le plus froid est celui de février avec une température moyenne de — 4°,57. La température moyenne du mois le plus chaud, juillet, est de + 18°,81; en 1895 elle était de + 19°,59, soit de 0°,78 supé-

rieure à la normale. L'amplitude entre la température moyenne du mois le plus froid et du mois le plus chaud de l'année 1895 est donc de 24°,16, soit de 5°,27 supérieure à l'amplitude normale, qui est de 18°,89.

La marche générale de la température au Saint-Bernard a été sensiblement la même que celle observée à Genève; tous les signes des écarts concordent sauf pour les mois de décembre et de juin. Les différences relatives de température pour ces deux mois entre ces deux stations ont été toutefois notablement dépassées pendant les mois de janvier, février et septembre. Pour le mois de janvier la température était de 2°,13 relativement plus froide à la montagne qu'à la plaine; tandis que pendant les deux mois de février et de septembre il faisait relativement plus chaud à la montagne que dans la vallée : en février de 2°,74 et en septembre de 2°,03.

Le mois de septembre 1895, déjà si chaud dans la plaine, l'a été encore dans une beaucoup plus forte mesure à la montagne. On voit en effet que c'est le mois le plus chaud de toute l'année 1895 au Grand Saint-Bernard; sa température moyenne est de +8°.16, tandis que celle du mois de juillet de la même année n'est que de +7°47. Le mois le plus froid au Saint-Bernard est celui de janvier avec une température moyenne de —14°.48. L'amplitude entre la température moyenne du mois le plus froid et du mois le plus chaud de l'année 1895 est donc, au Saint-Bernard, de 22°.64, soit de 7°.44 supérieure à l'amplitude normale qui est de 15°.20.

Température a GENÈVE 1895.

ÉPOQUE	1 h.m	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1894.	+ 0,19	– 0,35	– 0,54	+ 1,02	+ 2,92	+ 2,24	+ 1,08	+ 0,44	+ 0,88	– 2,11	+ 3,96
Janv. 1895	– 3,89	– 4,35	– 4,57	– 3,41	– 1,48	– 2,20	– 3,37	– 3,83	– 3,39	– 6,05	– 0,15
Février . .	– 5,95	– 6,79	– 7,32	– 4,45	– 1,95	– 2,04	– 3,42	– 4,63	– 4,57	– 8,28	– 0,61
Mars . . .	+ 0,87	+ 0,16	+ 0,05	+ 3,96	+ 5,99	+ 6,02	+ 4,02	+ 2,14	+ 2,90	– 1,29	+ 7,47
Avril . . .	+ 7,36	+ 6,04	+ 7,42	+10,73	+13,02	+13,51	+11,43	+ 9,42	+ 9,87	+ 5,19	+15,13
Mai	+10,18	+ 8,67	+11,25	+14,38	+16,64	+17,17	+14,62	+12,27	+13,15	+ 8,14	+18,69
Juin. . . .	+13,99	+12,43	+15,33	+18,35	+20,16	+20,97	+18,78	+16,23	+17,03	+12,05	+22,45
Juillet. . .	+16,10	+14,47	+17,34	+21,20	+23,61	+24,38	+21,48	+18,14	+19,59	+13,69	+25,86
Août . . .	+14,73	+13,26	+15,08	+19,74	+22,68	+22,95	+20,07	+16,89	+18,17	+12,63	+24,63
Septembre	+14,01	+12,27	+13,20	+19,66	+22,19	+22,81	+19,71	+15,88	+17,47	+11,25	+23,97
Octobre. .	+ 8,28	+ 7,32	+ 7,34	+11,18	+13,28	+12,55	+ 9,87	+ 8,62	+ 9,80	+ 5,82	+15,04
Novembre	+ 7,03	+ 6,50	+ 6,31	+ 8,19	+10,01	+ 9,15	+ 8,42	+ 7,75	+ 7,92	+ 5,34	+11,37
Hiver . . .	– 3,13	– 3,73	– 4,03	– 2,21	– 0,11	– 0,62	– 1,85	– 2,61	– 2,29	– 5,39	+ 1,12
Printemps	+ 6,12	+ 4,95	+ 6,22	+ 9,68	+11,87	+12,22	+10,01	+ 7,93	+ 8,63	+ 4,00	+13,75
Été	+14,95	+13,40	+15,92	+19,78	+22,17	+22,78	+20,13	+17,10	+18,28	+12,80	+24,33
Automne .	+ 9,75	+ 8,68	+ 8,93	+12,99	+15,14	+14,81	+12,64	+10,73	+11,71	+ 7,45	+16,77
Année . .	+ 6,97	+ 5,87	+ 6,81	+10,12	+12,33	+12,36	+10,29	+ 8,34	+ 9,14	+ 4,76	+14,06

Température au SAINT-BERNARD, 1895.

ÉPOQUE.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1894.	- 8,20	- 7,09	- 6,03	- 7,45	- 8,19	- 8,69	- 7,94
Janv. 1895	-15,44	-14,24	-12,79	-13,55	-14,60	-14,66	-14,48
Février . .	-13,33	-10,91	- 9,40	-10,52	-12,54	-12,97	-12,04
Mars . . .	- 8,77	- 5,93	- 4,61	- 5,93	- 7,76	- 8,65	- 7,59
Avril . . .	- 3,20	- 0,18	+ 1,31	+ 0,23	- 1,70	- 3,28	- 1,99
Mai	- 0,97	+ 1,75	+ 3,20	+ 2,33	- 0,12	- 1,24	+ 0,11
Juin. . . .	+ 2,58	+ 4,74	+ 5,43	+ 4,85	+ 3,58	+ 2,58	+ 3,29
Juillet. . .	+ 6,28	+ 9,14	+10,61	+ 9,75	+ 7,50	+ 6,34	+ 7,47
Août . . .	+ 5,42	+ 7,85	+ 9,52	+ 8,46	+ 6,63	+ 5,30	+ 6,44
Septembre	+ 6,62	+ 9,88	+11,12	+ 9,92	+ 8,29	+ 7,12	+ 8,16
Octobre. .	- 2,56	- 0,59	+ 0,38	- 0,31	- 1,26	- 1,90	- 1,42
Novembre.	- 2,66	- 1,04	- 0,03	- 1,03	- 1,83	- 2,02	- 1,67
Hiver . . .	-12,29	-10,74	- 9,41	-10,50	-11,75	-12,08	-11,47
Printemps	- 4,33	- 1,46	- 0,04	- 1,14	- 3,21	- 4,40	- 3,17
Été	+ 4,78	+ 7,27	+ 8,56	+ 7,72	+ 5,93	+ 4,76	+ 5,76
Automne .	+ 0,43	+ 2,71	+ 3,78	+ 2,83	+ 1,70	+ 1,03	+ 1,65
Année. . .	- 2,81	- 0,51	+ 0,77	- 0,23	- 1,79	- 2,63	- 1,76

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température Genève.	Température. Saint-Bernard.	Différence entre les deux stations
	°	°	°
Décembre 1894 .	+0,08	—0,35	+0,43
Janvier 1895....	—3,31	—5,44	+2,13
Février.....	—6,17	—3,43	—2,74
Mars.....	—1,70	—0,27	—1,43
Avril.....	+0,90	+1,28	—0,38
Mai.....	—0,05	—0,40	+0,35
Juin.....	+0,22	—0,80	+1,02
Juillet.....	+0,78	+1,31	—0,53
Août.....	+0,26	+0,46	—0,20
Septembre.....	+2,81	+4,84	—2,03
Octobre.....	—0,08	—0,94	+0,86
Novembre.....	+3,37	+3,63	—0,26
Hiver.....	—3,04	—3,07	+0,03
Printemps.....	—0,29	+0,19	—0,48
Été.....	+0,43	+0,34	+0,09
Automne.....	+2,01	+2,47	—0,46
Année.....	—0,20	0,00	—0,20

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température.

A Genève, le jour le plus froid, — 11°,20, tombe sur le 1er février 1895, et le jour le plus chaud, + 24°,67, sur le 27 juillet, ce qui donne une amplitude d'oscillation de la température de 35°,87 entre le jour le plus froid et le plus chaud de l'année.

Le plus fort écart négatif de température, — 11°,65, coïncide avec le jour le plus froid de l'année, soit le 1er février. Il n'en est pas de même pour le plus fort écart positif de température, + 9°,25, qui tombe sur le 6 novembre. L'écart du 27 juillet, jour le plus chaud de l'année 1895, n'est que de + 5°,80. La température moyenne du 6 novembre 1895 a été de + 15°34, température assignée par les valeurs normales au 11 septembre ou au 1er juin.

Au Saint-Bernard, la date du jour le plus froid de l'année, — 24°,42, précède de trois jours la même date dans la station de la plaine; elle est du 29 janvier. Le jour le plus chaud se trouve à une date extrêmement retardée, + 12°,18 le 5 septembre 1895. La différence entre ces deux températures moyennes diurnes extrêmes est de 36°,60.

Le plus fort écart négatif, — 15°,34, coïncide avec la date du jour le plus froid, qui est celle du 29 janvier. Le plus fort écart positif, + 11°,13, s'est produit les 8 et 9 novembre 1895.

On trouve à Genève comme on doit s'y attendre avec un hiver aussi rigoureux un nombre considérable de

jours pour lesquels la température moyenne diurne est restée au-dessous de 0° ; ce chiffre est de 67 jours répartis comme suit : 12 en décembre, 23 en janvier, 25 en février et 7 en mars.

Au Saint-Bernard la température moyenne diurne est restée constamment au-dessous de 0° depuis le 21 novembre 1894 jusqu'au 8 avril 1895, soit pendant une durée de 139 jours. En revanche elle n'est pas descendue au-dessous de 0° depuis le 16 juin jusqu'au 2 octobre, soit pendant une durée de 109 jours.

Il arrive parfois qu'il fait plus chaud dans la station de la montagne que dans celle de la plaine. Ce fait peut se produire pendant une ou plusieurs journées entières et n'a lieu que pendant les mois froids de l'année, alors que la plaine est recouverte ou plongée dans le brouillard tandis que le soleil resplendit sur la montagne; aucun fait de ce genre ne s'est produit en 1895. Les températures moyennes diurnes de la plaine sont toutes supérieures à celles de la montagne. Mais il y a des jours pendant lesquels la température a été un peu plus élevée pendant une faible partie de la journée dans la station supérieure. Ainsi le 14 décembre nous trouvons à Genève un maximum de température de — 0°,1 et au Saint-Bernard de + 2°,0 ; les chiffres correspondants du 26 décembre sont — 1°,8 et — 0°,8 et ceux du 16 février — 3°,9 et — 3°,6.

GENÈVE, 1895.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds		
	−12° à −5°	−5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1894 .	—	12	17	2	—	—	—	—	−3°,55 le 25	+6°,11 le 6
Janv. 1895.	13	10	8	—	—	—	—	—	−9,66 le 31	+4,44 le 22
Février. . .	16	9	3	—	—	—	—	—	−11,20 le 1	+2,02 le 12
Mars	3	4	12	12	—	—	—	—	−5,33 le 8	+9,94 le 25
Avril	—	—	—	17	13	—	—	—	+6,23 le 14	+14,36 le 20
Mai	—	—	1	3	17	10	—	—	+4,66 le 17	+18,46 le 30
Juin	—	—	—	—	8	18	4	—	+12,74 le 16	+23,11 le 29
Juillet . . .	—	—	—	—	1	16	14	—	+14,87 le 31	+24,67 le 27
Août	—	—	—	—	2	23	6	—	+14,47 le 5	+21,62 le 30
Septembre.	—	—	—	—	7	14	9	—	+13,17 le 14	+21,98 le 9
Octobre . .	—	—	3	12	13	3	—	—	+2,16 le 31	+16,85 le 2
Novembre .	—	—	8	14	6	2	—	—	+0,43 le 24	+15,34 le 6
Année . . .	32	35	52	60	67	86	33	—	−11°,20 le 1 février 1895	+24°,67 le 27 juillet 1895.

GENÈVE, 1895. — Température.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				°	°	°	°	°	°
Déc. 1894 . .	16	15	10	±1,99	– 3,62 le 25	+ 5,16 le 19	±1,63	– 4,67 le 24	+ 3,43 le 15
Janvier 1895*	21	9	4	4,49	–10,04 le 31	+ 4,51 le 22	1,78	– 5,78 le 19	+ 7,69 le 20
Février . . .	27	1	2	6,18	–11,65 le 1	+ 0,74 le 12	1,79	– 6,90 le 13	+ 3,94 le 4
Mars	19	12	5	2,81	– 9,11 le 8	+ 4,04 le 25	1,63	– 3,87 le 26	+ 6,89 le 2
Avril	11	19	10	1,88	– 2,75 le 28	+ 4,88 le 20	1,39	– 3,44 le 28	+ 3,02 le 10
Mai	14	17	7	2,23	– 8,69 le 17	+ 3,37 le 30	1,55	– 7,99 le 16	+ 3,88 le 19
Juin.	15	15	10	1,77	– 4,28 le 16	+ 5,02 le 29	1,50	– 3,24 le 20	+ 4,06 le 18
Juillet. . . .	14	17	9	2,24	– 3,92 le 31	+ 5,80 le 27	1,88	– 6,29 le 29	+ 4,27 le 21
Août	15	16	7	1,97	– 4,16 le 5	+ 4,82 le 30	1,56	– 3,18 le 25	+ 3,78 le 19
Septembre .	5	25	2	3,05	– 1,81 le 14	+ 6,34 le 9	0,87	– 2,61 le 11	+ 2,35 le 23
Octobre . . .	18	13	7	2,36	– 5,14 le 19	+ 5,47 le 16	2,04	– 5,77 le 17	+ 4,52 le 23
Novembre. .	8	22	3	4,45	– 5,34 le 1	+ 9,25 le 6	1,78	– 4,89 le 14	+ 5,87 le 6
Année . . .	183	181	76	±2,93	–11,65 le 1 février 1895.	+ 9,25 le 6 nov. 1895.	±1,62	– 7°,99 le 16 mai 1895.	+ 7°,69 le 20 janvier 1895.

* L'écart est nul le 23 janvier 1895.

SAINT-BERNARD, 1895.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-25° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1894.	3	3	17	8	—	—	—	—	-15°,97 le 31	- 0°,68 le 14
Janvier 1895 . .	15	8	8	—	—	—	—	—	-24,42 le 29	- 7,19 le 16
Février	7	11	9	1	—	—	—	—	-18,99 le 13	- 3,96 le 26
Mars	4	1	17	9	—	—	—	—	-20,38 le 5	- 0,90 le 24
Avril	—	—	7	13	10	—	—	—	- 7,30 le 14	+ 3,37 le 11
Mai.	—	1	2	9	18	1	—	—	-10,17 le 17	+ 6,60 le 28
Juin	—	—	—	3	20	7	—	—	- 0,58 le 15	+ 9,13 le 28
Juillet	—	—	—	—	8	15	8	—	+ 0,38 le 6	+11,76 le 25
Août	—	—	—	—	8	18	5	—	0,00 le 5	+10,79 le 31
Septembre . . .	—	—	—	—	7	13	10	—	+ 1,02 le 13	+12,18 le 5
Octobre.	—	1	7	10	10	3	—	—	-10,48 le 31	+ 6,99 le 14
Novembre . . .	—	—	5	17	6	2	—	—	- 9,67 le 24	+ 7,01 le 8
Année	29	25	72	70	87	59	23	—	-24°,42 le 29 janvier 1895.	+12°,18 le 5 sept. 1895.

SAINT-BERNARD, 1895, — Température.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
Déc. 1894*	18	12	13	± 3°,09	− 7°,40 le 31	+ 7°,04 le 14	±3°,42	− 7°,66 le 23	+ 6°,30 le 22
Janv. 1895.	25	6	4	5,97	−15,34 le 29	+ 1,80 le 16	1,97	− 6,36 le 26	+ 7,07 le 30
Février . .	22	6	10	3,76	−10,11 le 13	+ 4,43 le 26	3,11	−10,26 le 17	+ 7,78 le 26
Mars. . . .	15	16	8	3,20	−12,39 le 5	+ 5,47 le 24	2,53	− 7,93 le 2	+12,70 le 1
Avril. . . .	10	20	8	2,62	− 3,74 le 29	+ 7,59 le 11	1,79	− 6,26 le 14	+ 5,89 le 9
Mai	17	14	10	2,48	−10,97 le 17	+ 4,41 le 28	1,99	− 7,95 le 16	+ 4,64 le 19
Juin	20	10	7	1,86	− 4,71 le 15	+ 3,94 le 28	1,39	− 3,23 le 12	+ 2,75 le 27
Juillet . . .	9	22	11	2.94	− 5,32 le 6	+ 5,60 le 16	2,60	− 5,04 le 13	+ 6,99 le 14
Août. . . .	13	18	9	2,61	− 6,38 le 5	+ 5,63 le 31	2,23	− 4,78 le 25	+ 6,72 le 9
Septembre.	3	27	2	5,06	− 2,86 le 13	+ 7,85 le 9	1,22	− 5,14 le 11	+ 3,17 le 17
Octobre*. .	17	13	9	3,23	− 7,74 le 17	+ 7,44 le 14	2,68	−13,46 le 17	+ 5,58 le 13
Novembre .	5	25	5	4,18	− 4,88 le 1	+11,13 les 8 et 9	2,07	− 5,84 le 23	+ 6,79 le 6
Année . . .	174	189	96	± 3°,42	−15°,34 le 29 janv. 1895.	+11°,13 les 8 et 9 nov. 1895.	± 2°,25	−13°,46 le 17 octobre 1895	+12°,70 le 1 mars 1895.

* L'écart a été nul le 24 décembre 1894 le 23 octobre 1895.

On a relevé pour Genève la température moyenne de cinq en cinq jours pour l'année civile, du 1er janvier au 31 décembre 1895, en inscrivant à côté l'écart, soit la différence avec le chiffre moyen calculé par la formule déduite des cinquante années de 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé dépasse les limites de l'écart probable et constitue ainsi une anomalie, le chiffre est mis entre parenthèses.

Sur les 73 pentades, on en trouve 40 avec le signe + et 33 avec le signe —, en ce qui concerne l'écart. Sur les 40 écarts positifs, 24 dépassent les limites de l'écart probable. La plus longue période de chaleur relative comprend cinq pentades consécutives avec le signe + et s'étend du 19 août au 12 septembre.

Sur les 33 pentades ayant des écarts négatifs, 17 ont été particulièrement froides, ou, en d'autres termes, ont présenté des écarts dépassant les limites de l'écart probable. La plus longue période de froid relatif comprend 11 pentades consécutives et s'étend du 26 janvier au 21 mars.

Le plus fort écart positif, +8°.29, tombe sur la période du 7 au 11 novembre, et le plus fort écart négatif, —8°.60, sur celle du 31 janvier au 4 février.

Le plus fort abaissement de la température, —8°.66, a eu lieu entre la 5me et la 6me pentade; ensuite vient un abaissement de température de —7°.63 entre la 27me et la 28me pentade. La plus forte élévation de température, +6°.33, a eu lieu entre la 62me et la 63me pentade. Puis vient une élévation de température de +5°.21 entre la 61me et la 62me pentade.

La période du 25 au 29 juillet donne le chiffre le plus élevé pour la température d'une pentade, soit +21°.86, immédiatement après vient celle du 3 au 7 septembre avec +21°.24. La pentade la plus froide, —8°.09, est

celle du 31 janvier au 4 février. La différence entre ces deux périodes extrêmes est donc de 29°.95.

Le minimum absolu enregistré à Genève au thermométrographe est de —16°.7 le 1er février; le minimum moyen absolu de l'année normale est de —13°.3. Le minimum absolu de l'année 1895 est de +31°.7, enregistré le 26 juillet, tandis que le maximum moyen absolu de l'année normale, d'après E. Plantamour est de +32°.5. La différence entre les deux températures extrêmes de l'année météorologique 1895 est donc de 48°.4. La moyenne des 50 années 1826 à 1875 donne pour cette oscillation extrême le chiffre de 45°.8.

La dernière gelée blanche à glace, c'est-à-dire où le minimum s'est abaissé pour la dernière fois au-dessous de 0°, a eu lieu le 1er avril. Le minimum marquait ce jour-là —0°.2. La date moyenne de la dernière gelée à glace du printemps est le 19 avril, avec un écart moyen de ±12 jours. On voit qu'en 1895 cette époque a été avancée de 18 jours. Mais nous avons déjà vu qu'une dernière gelée blanche ordinaire a eu lieu le 18 mai et qu'elle a malheureusement causé beaucoup de dégâts dans le canton.

La première gelée blanche de l'automne a été une gelée à glace, elle a eu lieu le 28 octobre, et le minimum s'est abaissé à —1°.2. La date moyenne de la première gelée blanche à glace est le 29 octobre, avec un écart moyen de ±10 jours. En 1895 cette date n'était avancée que d'un jour.

Au Saint-Bernard, le minimum absolu de température pendant l'année 1895, —26.0, a eu lieu le 29 janvier, et le minimum absolu +15°.6, le 3 septembre. L'amplitude entre les deux températures extrêmes observées dans cette station est donc de 41°.6.

1895. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	– 3,76	(–3,50)	30– 4 Juillet	+21,01	(+2,73)
6–10 id.	– 6,70	(–6,38)	5– 9 id.	+17,04	–1,51
11–15 id.	– 4,89	(–4,59)	10–14 id.	+20,28	+1,55
16–20 id.	+ 0,22	+0,42	15–19 id.	+20,66	(+1,81)
21–25 id.	+ 2,24	+2,27	20–24 id.	+18,85	–0,04
26–30 id.	– 6,18	(–6,39)	25–29 id.	+21,86	(+2,99)
31– 4 Février	– 8,09	(–8,60)	30– 3 Août	+17,30	–1,46
5– 9 id.	– 5,50	(–6,37)	4– 8 id.	+15,92	(–2,67)
10–14 id.	– 3,29	(–4,58)	9–13 id.	+18,73	+0,39
15–19 id.	– 5,53	(–7,27)	14–18 id.	+16,21	(–1,82)
20–24 id.	– 4,76	(–7,00)	19–23 id.	+20,03	(+2,39)
25– 1 Mars	– 1,28	–4,01)	24–28 id.	+18,79	(+1,59)
2– 6 id.	– 1,91	(–5,23)	29– 2 Septemb.	+20,18	(+3,48)
7–11 id.	– 1,4[illegible]	(–5,33)	3– 7 id.	+21,24	(+5,11)
12–16 id.	+ 3,21	–1,30	8–12 id.	+19,92	(+4,40)
17–21 id.	+ 4,42	–0,71	13–17 id.	+14,02	–0,83
22–26 id.	+ 7,41	+1,64	18–22 id.	+14,73	+0,60
27–31 id.	+ 7,24	+0,81	23–27 id.	+17,18	(+3,81)
1– 5 Avril	+ 6,65	–0,45	28– 2 Octobre	+16,23	(+3,66)
6–10 id.	+ 9,32	+1,53	3– 7 id.	+13,67	(+1,93)
11–15 id.	+ 8,93	+0,44	8–12 id.	+10,21	–0,67
16–20 id.	+11,74	(+2,54)	13–17 id.	+12,09	(+2,08)
21–25 id.	+12,98	(+3,07)	18–22 id.	+ 5,58	(–3,53)
26–30 id.	+ 9,58	–1,05	23–27 id.	+ 8,80	+0,58
1– 5 Mai	+11,27	–0,08	28– 1 Novemb.	+ 4,08	(–3,25)
6–10 id.	+14,08	(+2,01)	2– 6 id.	+ 8,39	(+1,96)
11–15 id.	+15,39	(+2,60)	7–11 id.	+13,86	(+8,29)
16–20 id.	+ 8,45	(–5,03)	12–16 id.	+10,01	(+5,27)
21–25 id.	+13,07	–1,10	17–21 id.	+ 8,64	(+4,69)
26–30 id.	+15,69	+0,86	22–26 id.	+ 2,87	–0,34
31– 4 Juin	+15,61	+0,16	27– 1 Décemb.	+ 4,67	(+2,16)
5– 9 id.	+15,68	–0,37	2– 6 id.	+ 5,52	(+3,64)
10–14 id.	+15,83	–0,78	7–11 id.	+ 1,63	+0,31
15–19 id.	+16,23	–0,88	12–16 id.	+ 2,53	+1,69
20–24 id.	+17,90	+0,33	17–21 id.	– 0,09	–0,53
25–29 id.	+19,95	(+1,99)	22–26 id.	+ 0,77	+0,64
			27–31 id.	+ 3,72	(+3,83)

GENÈVE, 1895. — Indications des thermométrographes.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1894 ..	— 6,9	le 25	+12,3	le 6	24	5
Janv. 1895..	—12,4	le 31	+ 9,0	le 20	28	18
Février.....	—16,7	le 1	+ 6,9	le 12	28	16
Mars.....	—12,2	le 8	+15,5	le 24	16	2
Avril.....	— 0,2	le 1	+20,6	le 20	1	0
Mai.....	+ 0,6	le 18	+26,0	le 30	0	0
Juin	+ 5,7	le 16	+29,1	le 28	0	0
Juillet.....	+ 8,9	le 24	+31,7	le 26	0	0
Août.....	+ 8,9	le 18	+30,9	le 30	0	0
Septembre ..	+ 6,0	le 17	+30,5	le 9	0	0
Octobre.....	— 1,2	les 28 et 31	+25,2	le 2	2	0
Novembre...	— 3,9	le 1	+23,1	le 7	2	0
Année.....	—16,7	le 1 févr. 1895.	+31,7	le 26 juil. 1895.	101	41

SAINT-BERNARD, 1895.

Epoque.	Min. absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.
	°		°	
Déc. 1894...	—19,0	le 31	+ 2,1	le 15
Janv. 1895..	—26,0	le 29	— 2,4	le 22
Février.....	—23,0	le 18	— 0,3	le 26
Mars.....	—24,0	le 5	+ 5,8	le 24
Avril.....	—11,5	le 1	+ 7,9	le 21
Mai.....	—12,5	le 18	+10,9	le 28
Juin	— 6,0	le 16	+12,9	les 28 et 29
Juillet.....	— 1,5	le 6	+15,4	les 16 et 18
Août.....	— 3,6	le 5	+14,4	le 21
Septembre ..	— 2,8	le 13	+15,6	le 3
Octobre.....	—12,3	le 28	+ 9,6	le 14
Novembre...	—14,9	le 23	+ 9,4	le 8
Année.....	—26,0	le 29 janv. 1895.	+15,6	le 3 sept. 1895.

Température du Rhône en 1895.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Ecarts avec la valeur normale.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1894 . .	+ 6,74	+0,13	+ 4,3 le 31	+ 8,3 le 1	+ 5,86
Janvier 1895 . . .	+ 3,49	—1,62	+ 0,7 le 30	+ 4,9 le 2	+ 6,88
Février	+ 1,70	—3,26	+ 0,4 le 18	+ 2,9 le 23	+ 6,27
Mars	+ 4,28	—1,84	+ 2,3 le 1	+ 6,5 le 26	+ 1,38
Avril	+ 7,05	—1,73	+ 5,4 le 1	+ 9,1 le 23	— 2,82
Mai	+11,28	—0,44	+ 6,8 le 1	+ 15,0 le 15	— 1,87
Juin	+15,89	+0,55	+13,0 le 4	+ 18,3 le 27	— 1,14
Juillet	+17,37	—0,72	+12,4 le 23	+ 20,5 le 12	— 2,22
Août	+17,87	—0,78	+ 8.5 le 6	+ 20,9 le 24	— 0,30
Septembre.	+20,47	+3,40	+19,1 le 28	+ 22,6 le 10	+ 3,00
Octobre	+13,73	—0,25	+10,8 le 29	+ 19,2 le 1	+ 3,93
Novembre	+ 9,93	+0,30	+ 9,0 le 26	+ 11,7 le 9	+ 2,01
Année	+10,92	—0,42	+ 0,4 le 18 février 1895.	+ 22,6 le 10 sept. 1895.	+ 1,78

Température du Rhône en 1895.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
	°	°	°	°	°	°
Décemb. 1894	±0,45	— 1,2 le 31	+0.8 les 8 et 20	±0,16	— 0,5 le 28	+ 0,6 le 8
Janvier 1895*	1,51	— 4,1 le 30	—0,1 les 21 et 22	0,45	— 2,2 le 30	+ 1,0 le 18
Février*	3.30	— 4,6 le 18	—2,3 le 23	0,33	- 1,0 les 5 et 16	+ 0,9 le 19
Mars*	1,92	— 3,1 le 1	—0,3 le 26	0,29	— 1,3 le 27	+ 0,7 le 2
Avril	1,51	— 3,3 le 29	—0,2 les 20 et 23	0,29	— 1,2 le 26	+ 1,1 le 20
Mai	1,92	— 4,9 le 22	+3,3 le 15	0,65	— 1,3 le 18	+ 3,0 le 2
Juin	0,81	— 1,1 le 4	+1,8 le 27	0,45	— 1,2 les 21 et 28	+ 1,6 le 5
Juillet	1,61	— 6,0 le 23	+2,7 le 12	1,07	— 3,1 le 23	+ 3,8 le 26
Août	2,41	—10,3 le 6	+2,3 les 24, 30 et 31	0,80	— 1,5 le 6	+ 4,4 le 10
Septembre**	3,35	+ 2,2 le 18	+4,9 le 10	0,30	— 0,8 les 11 et 12	+ 0,3 le 10
Octobre*	0,84	— 1,7 le 22	+3,5 le 1	0,57	— 3,3 le 3	+ 1,8 le 23
Novembre	0,97	— 1,5 les 1 et 2	+1,7 le 21	0,29	— 1,3 le 14	+ 0,8 le 7
Année	±1,70	—10,3 le 10 août 1895.	+ 4,9 le 10 sept. 1895.	±0,48	— 3,3 le 3 octobre 1895.	+ 4,4 le 10 août 1895.

* Les signes des écarts sont constamment négatifs pendant les mois de janvier, février, mars et avril.
** Tous les écarts du mois de septembre ont des signes positifs.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

C.-E. Guillaume. Les radiations nouvelles, les rayons X et la photographie a travers les corps opaques. — Un vol. in-8° avec 21 fig. et 5 pl. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896

Nous tenons à signaler à nos lecteurs l'ouvrage plein d'actualité que vient de publier sous ce titre notre collaborateur et ami M. C.-E. Guillaume. Ce volume écrit avec clarté, élégance et concision, donne la genèse complète de la belle découverte du professeur Rœngten qui a si fort intéressé, depuis quelque temps, le grand public aussi bien que le monde scientifique.

Après avoir rappelé les faits généraux antérieurement connus sur le passage de la décharge électrique à travers les gaz raréfiés et les phénomènes connexes, M. Guillaume aborde plus en détail les travaux de Hittorf, de Crookes, de Goldstein, de Hertz et de Lénard, qui ont préparé la découverte désormais mémorable du savant professeur de Wurzbourg, que son livre est destiné à illustrer et à faire bien comprendre à tous. Il fait suivre ensuite l'analyse du mémoire original de M. Rœngten, de celle des principales recherches faites de toute part dans ce curieux champ d'étude et montre les nombreuses applications qui ont déjà été réalisées à l'aide de ce nouveau et remarquable procédé.

Il termine en émettant ses vues personnelles sur l'interprétation théorique du phénomène et la nature réelle des nouveaux rayons, faisant d'expresses réserves sur les explications qu'on a pu être tenté de donner jusqu'ici, sur l'idée en

particulier qui verrait dans les rayons Rœntgen des vibrations longitudinales.

Nous en avons dit assez pour faire comprendre que nous sommes ici en présence d'un ouvrage qui fera rapidement son chemin et qui l'a fait déjà, en présence d'un très savant et très lumineux ouvrage de vulgarisation scientifique.

E. S.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

H. Bablich et St. von Kostanecki. Sur les oxybenzalacétophénones (*Berichte* XXIX, p. 233 Berne).

Les auteurs ont préparé les *oxybenzalacétophénones* par condensation des trois oxybenzaldéhydes avec l'acétophénone en solution alcoolique et en présence de lessive de soude concentrée.

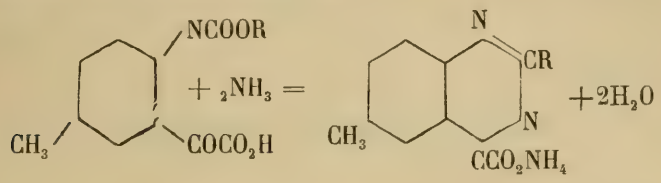
Voici les caractères de ces trois composés et de leurs dérivés.

$C^6H^4 \begin{cases} OH(2) \\ CH{=}CH.COC^6H^5(1) \end{cases}$	Idem avec OH en 3	Idem avec OH en 4
feuillets jaunes fusibles à 153-155°.	feuillets blancs, fusibles 159-160°.	écailles jaune pâle, fusibles à 182-183°,5.
Sel de sodium en aiguilles orange.		
Dérivé acétylé.		
feuillets, fusibles à 68-69°.	idem., fusibles à 102-1030.	aiguilles blanches, fusibles à 129-131°.
Dibromure du précédent.		
prismes blancs, fusibles à 134-135°.	aiguilles blanches fusibles à 170-171°.	fusible à 148°.

A. Bischler et H.-P. Muntendam. Dérivés de la phenmiazine (*Berichte*, XXVIII, 723, Zurich).

Les auteurs transforment la *p*-méthylisatine en dérivés

acidylés, en la chauffant avec des anhydrides d'acides; ceux-ci traités par les alcalis donnent des dérivés acidylés acides et ces derniers, par l'action de l'ammoniaque et de l'alcool, se transforment en sels ammoniacaux des acides tolumiazin-carboniques, suivant la réaction :



G.-W.-A. Kahlbaum. Obtient-on par la méthode dynamique les points d'ébullition normaux, ou bien des points d'ébullition correspondants a des liquides surchauffés (*Berichte*, XXVIII, 1675, Bâle).

Article de polémique contre C.-G. Schmidt, dans lequel il apporte de nouvelles observations faites de deux manières différentes, sur le toluène, le benzène et l'eau et dans lequel il confirme l'exactitude de ses résultats.

E.-A. Schneider. Détermination de petites quantités de cyanate de potassium dans le cyanure de potassium (*Berichte*, XXVIII, 1540, Zurich).

Ce chimiste précipite le cyanure en dissolution concentrée par l'alcool; après avoir filtré, il décompose le liquide restant par l'acide carbonique, chasse ainsi l'acide prussique, filtre et ajoute de l'acétate de cobalt qui colore en bleu si l'échantillon renfermait plus de 0,0033 de cyanate de potassium pour cent.

Eug. Bamberger et Edm. Renault. Nouvelle méthode de préparer le diazométhane (*Berichte*, XXVIII, 1682, Zurich).

De même que le nitrosobenzène peut être transformé en

son oxime par l'hydroxylamine, l'isodiazobenzène, de même, dans la série grasse, peut-on transformer la dichlorméthylamine en hydrate de isodiazométhane qui se décompose spontanément en diazométhane et eau

$$CH_3NCl_2 + H_2NOH = 2HCl + CH_3NNOH = H_2O + CH_2 \begin{matrix} \diagup N \\ \| \\ \diagdown N \end{matrix}$$

Eug. Bamberger et Fr. Meinberg. Observations sur les matières colorantes azoïques (*Berichte*; XXVIII, 1887, Zurich).

L'isomérie observée entre l'hydrate diazoïque et l'hydrate isodiazoïque n'existe plus dans leurs dérivés. Le reste diazoïque peut entrer dans la molécule, quand la portion para est libre, en position ortho relativement à l'hydroxyle phénique.

Les dialkyle-o-toluidines sont réputées ne pas pouvoir donner des matières colorantes avec les substances diazoïques, en réalité ce n'est pas toujours le cas, les auteurs ont obtenu la *p*-nitrophénylazodiéthyl-*o*-toluidine sous forme d'aiguilles d'un rouge orangé foncé. Ils ont aussi observé qu'un des composants d'une matière azoïque colorante peut être enlevé par l'action d'une base aromatique ou d'un phénol et remplacé par le radical de cette base ou de ce phénol agissant en masse, mais le cas n'est pas général.

Dans les copulations avec l'α naphtol en solution alcaline, les auteurs ont obtenu souvent des combinaisons bizazoïques, ainsi ils ont obtenu à côté du benzolazo.α.naphtol jusqu'à 33 % de bisphénylazo. α.naphtol,

---

R. Nietzki. Sur les dérivés amidés de la diphénylamine et leurs relations avec les indamines et les azines (*Berichte*, XXVIII, p. 2969, Bâle).

En réduisant la dinitrodiphénylamine asymétrique, on obtient une diamidodiphénylamine qui ne donne pas, par oxydation, de monoamidophénazine, comme on pouvait le croire, par analogie avec la triamidodiphénylamine de Nietzki et

Ernst. On obtient aussi une nitroamidodiphénylamine qui réagit avec le nitrite pour donner une azimide, isomère du nitro-phénylazimidobenzène de Willgerodt et Hermant.

La diamidophènylamine asymétrique qui paraît être une *m*-diamine, oxydée par le bioxyde de manganèse en solution ammoniacale, donne un produit, $C_{12}H_{10}N_2O$ insoluble dans les alcalis, dont la nature n'est pas fixée.

L'auteur a préparé avec C. Simon la *p*-oxydiamidodiphénylamine; la diamidooxydiphénylamine qui lui correspond a été obtenue sous forme de chlorhydrate qui, en présence d'NH_3, s'oxyde à l'air pour donner sans doute l'amidoindophénol correspondant; si on opère à chaud, on obtient l'amidooxyphénazine.

Le produit de condensation du dinitrochlorobenzène avec l'*o*-amidophénol, la dinitrooxydiphénylamine, fournit par réduction l'*o*-oxydiamidodiphénylamine qui, oxydée, donne l'amidophénazine de Fischer et Hepp.

Avec O. Baur l'auteur a encore étudié la constitution de l'*o*-dinitrodiphénylamide de Witt; ce corps réduit par le sulfure d'ammonium donne un dérivé orthoamidé qui, par l'acide nitreux, donne une azimide, celle-ci par réduction donne l'amidophénylazimidobenzène.

Nietzki conclut de ses recherches : 1° qu'il est nécessaire, pour la formation de l'indamine que les positions para dans les deux noyaux de la diphénylamine soient occupées comme dans la *p*-diamidodiphénylamine; 2° que la formation d'une azine a lieu lorsque dans les deux noyaux une position para et une ortho sont occupées; il n'y a pas formation préliminaire d'indamine. Lorsqu'un des noyaux n'est pas substitué ou l'est seulement en position méta, il n'y a formation ni d'azine ni d'indamine; 3° lorsque les positions ortho sont occupées dans les deux noyaux, comme dans l'oxydiamidodiphénylamine, l'un des radicaux est éliminé; c'est ainsi que, d'après Lindgaard, il se forme, au moyen de la tétramidodiphénylamine de Gnehm, la diamidophénazine.

EUG. BAMBERGER. SUR L'ACIDE ISOCOUMARINE-CARBONIQUE (*Lieb. Ann. Chem.*, 288, p. 134, Zurich).

L'acide obtenu par oxydation du dihidronaphtol β est bien l'acide dihydroisocoumarine-carbonique, en effet. Le même acide a été obtenu en hydrogénant l'acide isocoumarine-carbonique. L'ammoniaque, même à 150° est sans action sur lui; l'hydrogénation a donné de la stabilité à la molécule.

La potasse concentrée dédouble l'acide isocoumarine carbonique en acide orthotoluique et acide oxalique. D'autres acides α-cétoniques fournissent de même de l'acide oxalique, il en est ainsi de l'acide pyru- vique, mais non de l'acide benzoyleformique; par contre le dérivé orthocarboxylé de ce dernier, l'acide phtalonique, fournit cette réaction par l'action de la soude bouillante.

E. DRECHSEL. DE LA PRÉPARATION DE LA LYSINE (*Berichte*, XXVIII, p. 3189, Berne).

L'auteur confirme qu'on peut obtenir presque quantitativement la lysine par la méthode de Baumann-Schotten à l'état de dibenzoyllysine, qu'il dénomme acide « lysurique » cet acide est monobasique; son sel de baryte cristallisant bien, sert à le purifier.

FRANZ FEIST ET HUGO ARNSTEIN. HOMOLOGUES AROMATIQUES DE L'ÉTHYLÈNEDIAMINE (*Berichte*, XXVIII, p. 3167, Zurich).

Les auteurs ont étudié les produits de réduction de la phénylglyoxime et de la benzildioxime par le sodium et l'alcool, qui sont principalement, la phényléthylènediamine et la diphényléthylènediamine, et quelques dérivés de ces corps.

G. LUNGE. ANALYSE COLORIMÉTRIQUE DU FER (*Zeits. Ang. Chem.* 1896, p. 3, Zurich).

La meilleure manière de doser le fer quand la substance en renferme de très petites quantités est celle recommandée

déjà par Lunge et de Kéler, qui repose sur la comparaison colorimétrique de la solution à examiner, traitée par le rhodanure de potassium, l'acide nitrique et l'éther, avec une solution à titre connu de sulfate double d'alun et de fer ammoniacal, traitée de même. Il faut faire attention seulement que l'acide nitrique renferme toujours des traces de fer et que la solution éthérée fonce assez rapidement.

G. Born. Pseudonitrols et dialkylnitrométhanes (*Berichte*, XXIX, p. 90, Zurich).

L'auteur admet pour les pseudonitrols le groupement $>C\begin{cases}NO_2\\NO\end{cases}$ proposé autrefois par V. Meyer et non la formule oximique; il faut donc regarder leurs produits d'oxydation comme des dérivés normaux du la dinitrométhane. La méthode de V. Meyer pour obtenir les pseudonitrols est limitée par la difficulté d'obtenir des paraffines nitrées à poids moléculaire élevé; Born les prépare par l'action du tétroxyde d'azote sur les cétozimes; on obtient en outre de la cétone régénérée, et des huiles qui renferment probablement la nitrimine et les dérivés des dinitrométhanes correspondants. Il oxyde les pseudonitrols par l'acide chromique et l'acide acétique, et obtient ainsi les dialkyldinitrométhanes dont il décrit plusieurs.

Roland Scholl et Karl Landsteiner. Cétoximes obtenues par la reduction des pseudonitrols (*Berichte*, XXIX, p. 87, Zurich).

En réduisant le propylpseudonitrile par l'hydroxylamine ou par le sulfhydrate de potassium, ils ont obtenu l'acétoxime, ce qui semblerait prouver le groupement $>C = NONO_2$ devenant par réduction $>C = NOH$ cependant ils admettent comme Born que la réaction doit s'expliquer autrement :

$$>C\begin{cases}NO_2\\NO\end{cases} \text{ deviendrait } >C\begin{cases}NHOH\\NHOH\end{cases} \text{ puis } >C{=}NOH + NH_2OH$$

EUG. BAMBERGER. ACTION DU NITROSOBENZÈNE SUR LES COMBINAISONS AMIDÉES (*Berichte*, XXIX, p. 102, Zurich).

Ce chimiste étudie l'action du nitrosobenzène sur les combinaisons amidées; il se produit souvent des combinaisons azoïques, ainsi : $C_6H_5NO + H_2NR = C_6H_5N = NR + H_2O$ ou bien il agit comme un oxydant et se transforme en phénylhydroxylamine, azobenzène ou en azoxybenzène ; avec la phénylhydrazine il se forme du diazooxyamidobenzène. Les hydroxylamines de la série grasse agissent de même.

KARL KIPPENBERGER. RECHERCHES DES ALCALOÏDES ET DES GLUCOSIDES DANS LES ANALYSES LÉGALES DE CADAVRES. (*Zeits. anal. Chem.* 34, p. 294 et 35, p. 10, Zurich).

L'auteur décrit sa méthode avec détails et cherche à expliquer l'action de l'iode en solution aqueuse sur les alcaloïdes, action dont il sert pour titrer les alcaloïdes; dans cette action la quantité de KI ajoutée pour dissoudre l'iode n'est pas indifférente; la réaction n'est pas simplement Alc $HCl + KI + I_2 = Alc\ HII_2 + KCl$, mais on a encore :

$$6I + 6H_2O = 6HI + 3H_2O_2$$
$$6HI + 3H_2O_2 - 5HI + HIO_3 + 3H_2O$$
$$HIO_3 + 5KI + 6HCl = 5KCl + HCl + 6I + 3H_2O$$

Cette réaction ne paraît pas devoir permettre d'obtenir de bons résultats analytiques.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 19 mars 1896

Th. Flournoy. Types de réaction simple. — Ph. Guye et Jordan. Nouvelles recherches sur la dispersion rotatoire. — Ph. Guye et Goudet. Superposition des effets optiques dans une même molécule active. — Ph. Guye et Guerschgorine. Pouvoirs rotatoires de corps isomères. — Ph. Guye et I. Welt. Diviations polarimétriques et indices de réfraction de diverses solutions de corps actifs. — L. Duparc. Diagnoses de quelques roches. — Tswett. Emploi des permanganates dans la microtechnique.

M. Th. Flournoy présente un travail sur quelques *Types de Réaction simple*, faisant suite à des observations déjà communiquées à la Société dans le courant de 1892.

Les temps de réaction recueillis depuis quatre ans, avec le chronomètre de d'Arsonval, sur une soixantaine d'étudiants de l'Université, ont montré qu'au milieu de beaucoup de cas mixtes ou mal déterminés il existe quatre types principaux bien caractérisés. — 1° Le *type moteur* ou *type de Lange*, dans lequel l'attention détournée du signal sensoriel est concentrée sur le mouvement à effectuer raccourcit notablement la réaction et la rend de plus en plus automatique. Ce type se divise en deux formes, suivant que l'individu trouve l'un ou l'autre de ces deux procédés plus aisé et est naturellement porté à l'employer de préférence. — 2° Le *type central*, où la réaction la plus rapide et la plus machinale est obtenue en portant l'attention sur la synthèse du signal et du mouvement plutôt que sur l'un ou l'autre seulement. — 3° Le *type*

indifférent ou *de Cattell*, qui se distingue par l'absence de toute influence appréciable de la direction de l'attention sur la durée de la réaction. — 4° Le *type sensoriel*, caractérisé par la plus grande rapidité et régularité de la réaction lorsque le sujet accorde son attention au signal plutôt qu'au mouvement. Il présente deux variétés, selon que le ralentissement dû à l'attention motrice provient de ce que le mouvement est représenté par une image exclusivement visuelle, ou au contraire par des sensations kinesthésiques intenses et des tensions musculaires exagérées et antagonistes.

L'existence de ces quatre types, au minimum, rend insoutenable la doctrine de l'école de Leipzig qui ne reconnaît pas d'autre type normal que celui de Lange. Quant à leur origine, il y a une part de vérité dans l'hypothèse de M. Baldwin qui les rapproche des formes du langage intérieur ; cette théorie a pour elle plusieurs cas très frappants, d'autre part elle se heurte à de nombreuses exceptions encore inexpliquées. Il est probable que le mode de réagir est aussi en connexion avec d'autres caractères anthropologiques, le type de Lange semblant prédominer chez les individus du nord, et les cas contraires se rencontrant surtout chez des sujets d'origine méridionale.

M. le prof. Ph.-A. Guye communique les résultats de divers travaux exécutés dans son laboratoire :

1° MM. Guye et Jordan ont entrepris de *nouvelles recherches sur la dispersion rotatoire*, au moyen du dispositif des cuves filtrantes de M. Landolt. Ils ont constaté que les corps liquides ne présentant pas le phénomène de la polymérisation moléculaire sont tous caractérisés par une dispersion normale : les valeurs absolues des rotations mesurées successivement par rapport aux radiations rouges, jaunes, vertes, bleues et violettes du spectre vont toujours en croissant. D'autre part, au moyen de mélanges de corps dextrogyres et lévogyres, ils ont pu réaliser tous les phénomènes décrits jusqu'à présent sous le nom de dispersion rotatoire anormale. Ils ont pu constater enfin que le tartrate d'éthyle se comporte comme un mélange de deux corps actifs, l'un dex-

trogyre l'autre lévogyre ; ils attribuent ce fait à la polymérisation moléculaire partielle de cet éther à l'état liquide.

2° MM. Guye et Goudet ont poursuivi l'étude de la *superposition des effets optiques des carbones asymétriques dans une même molécule active*, dont les lois fondamentales ont été établies antérieurement par MM. Guye et Gautier ; ils ont constaté que ces lois se vérifient également bien pour des corps à 4 carbones asymétriques et à 6 carbones asymétriques ; l'exemple choisi dans ce dernier cas était le dévaléryltartrate d'amyle.

3° MM. Guye et Guerschgorine ont commencé des recherches sur les *pouvoirs rotatoires des corps isomères appartenant aux séries propylique et isopropylique, butylique, isobutylique secondaire.* Les corps étudiés jusqu'à présent sont les divers valérates d'amyle obtenus au moyen de l'alcool amylique actif ; puis les valérates actifs propyliques et butyliques; enfin les amylacétates actifs propyliques et butyliques. De ces recherches et de celles effectuées sur le même sujet par M. Freundler et par MM. P. Frankland et Mac Gregor, il résulte que le radical propyle agit toujours comme un groupe plus lourd que le radical isopropyle et le radical isobutyle comme un radical plus lourd que le radical butylique secondaire, l'action du radical butylique normal étant intermédiaire entre celles de ces deux derniers. Les résultats sont en général conformes à ceux qui se déduisent de la formule du produit d'asymétrie ou tenant compte des bras de levier sur lesquels agissent ces divers radicaux.

4° M. Guye et Mlle I. Welt ont mesuré simultanément les *déviations polarimétriques et les indices de réfraction de diverses solutions de corps actifs*, avec l'idée qu'en remplaçant la formule de Biot $[\alpha]_D = \frac{\alpha}{l.\,d}$ par la formule $[\alpha] = \frac{\alpha}{l.\,d}\left(1 - \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\right)$, ils obtiendraient peut-être des va-

leurs plus concordantes du pouvoir rotatoire; cette dernière formule a pour but de rapporter les déviations polarimétriques, non pas au volume apparent du liquide actif, mais au volume du vide intermoléculaire ; l'expérience a montré que ce mode de correction ne conduit pas à de meilleurs résultats que ceux que l'on obtient par la formule de Biot ; celle-ci conduit malheureusement toujours à des valeurs parfois assez différentes suivant le dissolvant employé.

M le professeur L. Duparc communique les *diagnoses de quelques roches* intéressantes qu'il a eu l'occasion d'étudier récemment.

I. *Microgranulite basique passant à l'ortophyre micacé.*

Cette roche trouvée par M. Bieler assistant au Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Lausanne ; provient de l'erratique des environs de cette localité. A l'œil nu elle est rougeâtre, on y voit quelques grands cristaux d'un minéral micacé et quelques grains de quartz.

Au microscope : La première consolidation de cette roche présente les éléments suivants dans l'ordre de leur consolidation :

1. *Biotite*, brune excessivement abondante formant l'élément principal. Elle forme des jolies lamelles hexagonales. Extinction à 0 du clivage p = (001), bisectrice aiguë = np, l'angle 2 V = 0, biréfringence ng-np = 0,04.

Polychroïsme ng = vert brunâtre foncé, nm = brun, np = jaune pâle. Elle renferme quelques rares inclusions d'apatite, puis des petits grains d'oligiste alignés dans le clivage. Elle est fréquemment épigénisée selon p = (001), la chlorite résultante est légèrement verdâtre à peine biréfringente.

2. *Quartz*, rare, en gros grains complètement corrodés et arrondis, il renferme quelques inclusions de biotite et bien que de grande taille il est beaucoup plus rare que le mica.

3. *Muscovite* rare également, on en trouve seulement quelques lamelles incolores qui renferment de la biotite en inclusions.

4. On trouve dans la roche des grands amas informes de

calcite qui paraissent correspondre à un minéral de première consolidation entièrement disparu.

La *seconde consolidation* comprend d'abord une innombrable quantité de microlithes d'*apatite* de grande taille, très allongés selon (110) = m avec les faces (111) (101) et (110). Leur longueur maxima atteint 0,2 de millimètres. Je n'ai pas encore vu de roche à deux temps dans laquelle l'apatite soit aussi abondante dans la seconde consolidation. Cette apatite est réunie à des microlites d'*orthose* de plus petite taille : courts, mâclés selon la loi de Karlsbad. Sur g = (010) ils s'éteignent à + 5° de l'arête pg^1. Il y a peu ou point de quartz dans la seconde consolidation. L'*hématite* en petits grains, est très abondante et disséminée partout. C'est elle qui communique la couleur rouge à la roche.

Cette roche curieuse au point de vue pétrographique serait un ortophyre sans le quartz de la première consolidation. Je la considère comme une microgranulite basique passant à l'ortophyre micacé. Cette roche n'est pas connue en place dans les Alpes du Valais.

II. *Nodule micacé et amphibolique dans une granulite de l'Oisans.*

Un peu en amont du Bourg d'Oisans, sur la rive gauche du torrent on trouve près d'un petit pont de nombreux blocs de protogine erratique à feldspath rose provenant du massif du Pelvoux. Celle-ci renferme de nombreux englobements noirs formés en grande partie de lamelles de mica noir largement cristallisé. Tout autour de ces englobements la protogine se charge de mica noir par le fait de leur résorption progressive : l'orientation de ce mica montre même les courants qui se sont produits dans le magma de cette granulite pendant le rebrassement

Au microscope : Cet englobement montre les éléments suivants :

1. *Sphène exceptionnellement abondant* en gros cristaux grisâtres criblant toute la roche, on y reconnait les faces p = (001) et h^1 = (100). Il est guilloché à la surface, sa plus grande dimension atteint 10,8. Sur g^1 extinction à 39 degrés. Bisectrice aiguë = ng, 2 V très petit autour de 30°. Il est libre ou à l'état d'inclusions.

2. *Apatite* très abondante également en gros prismes fortement allongés.

3. *Hornblende* en grands cristaux avec inclusions de sphène et surtout d'apatite. Sur g^1 = (010) ng s'éteint à 20°. Bisectrice = np, 2 V normal ainsi que (ng-np). L'amphibole présente les formes (110) (010) et (100). Quelques rares mâcles selon h^1 = (100), polychroïsme ng = vert d'herbe nm = vert np = vert jaunâtre très pâle.

4. *Biotite* très abondante formant l'élément principal. Elle est rigoureusement à un axe négatif et se développe en larges lamelles d'une remarquable fraîcheur ng, = brun très foncé, nm = brun, np = brun très pâle. Tantôt cette biotite est nettement moulée par l'amphibole, tantôt elle la moule incontestablement ; la genèse de ces deux minéraux paraît donc simultanée.

5. *Oligoclase* rare, en petits cristaux mâclés selon l'albite et complètement enclavés dans les grandes plages d'orthose. Extinction maxima entre deux lamelles à 15° variété plus basique que Ab_3 An_1.

6. *Orthose* en grandes plages avec extinction à + 5 de pg^1 sur g^1. Quelques filonnets d'albite.

7. *Microcline* rare on en voit par-ci par-là une plage.

8. *Quartz* très peu abondant formes granulitiques.

La *protogine* elle-même offre des caractères identiques avec prédominance du feldspath, toujours très peu de quartz.

III. *Granulite amphibolique du Mont Thabor (Chaîne de Belledonne).*

Cette roche curieuse se trouve en filons dans les amphibolites de la crête S. du Thabor. Elle renferme : 1. du *zircon* en prismes incolores, 2. du *sphène* en grains grisâtres, 3. de l'*apatite* en inclusions, 4. de la *magnétite* en grains ou cristaux octaédriques, 5. du *corindon* en tout petits grains (3 sections seulement) de relief et biréfringence normales avec jolies facules bleues, 6. de la biotite en lamelles déchiquetées entièrement chloritisée et de la chlorite d'un beau vert, polychroïque, 7. de la *hornblende* rare en cristaux corodés vert pâle polychroïques mais faiblement, 8. du *plagiocase* abondant en grands cristaux mâclés selon l'albite, pas de mâcles

de Karlsbad. Dans la zone de symétrie extinctions à 32° entre deux lamelles. De très nombreuses mesures au contact avec des quartz donnent toujours avec la méthode de Becke $\Delta^1 \Delta^2 \delta^1 \delta^2 < 0$. Ce feldspath est donc *exclusivement de l'albite.* Quartz abondant formant l'élément principal, il montre des formes granulitiques et renferme des inclusions liquides.

M. Tswett présente par l'intermédiaire de M. Briquet, une note *sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique.*

Jusqu'à ce jour les permanganates ne paraissent pas avoir été grandement utilisés dans la technique microscopique. D'après Zimmermann[1] le permanganate de potassium ne serait employé que dans l'étude des centrosomes (méthode de Hermann) et cela pour laver les coupes traitées par l'acide osmique.

Les zoologistes se servent de ce même permanganate comme agent de macération, particulièrement pour la dissociation des fibres de la cornée.[2]

D'après nos recherches, les permanganates en général et le permanganate de potassium en particulier sont dignes de figurer dans l'histologie végétale au rang de réactifs courants. Des trois permanganates que nous avons étudié jusqu'à ce jour (permanganates de potassium, de sodium et d'argent) le premier nous paraît le plus pratique. Ce n'est pas un réactif simple. Les propriétés chimiques de ce corps sont encore imparfaitement connues. On sait cependant d'une manière générale qu'en présence de corps organiques en réaction alcaline il se décompose en donnant des oxydes de manganèse (oxyde et bioxyde) insolubles, de la potasse et de l'oxygène. Grâce à ces fonctions chimiques, le permanganate de Potassium exerce sur les tissus organisés une triple action et colore, gonfle et oxyde.

Les protoplastes sont instantanément tués par la solution concentrée du permanganate de potassium. Ils se colorent

[1] Zimmermann, *Die botanische Microtechnik,* p. 195.

[2] Lee et Henneguy, *Méthodes de l'Anatomie microscopique*, p.314

immédiatement par suite d'un dépôt uniforme d'oxydes de manganèse ; le cytoplasme prend une teinte jaune; le noyau et les chromatophores une teinte brune plus ou moins foncée. En même temps il y a gonflement général des corps protoplasmiques ; la structure des chromatophores ressort avec netteté.

Les membranes cellulosiques ne se colorent dans le permanganate de potassium qu'après une immersion plus ou moins prolongée.

Le permanganate de potassium est en outre un agent de macération énergique. Il dissout avec rapidité les lamelles pectiques. Des feuilles d'*Elodea*, des sections de divers tissus végétaux, abandonnées dans la solution concentrée pendant un temps qui varie de quelques minutes à plusieurs heures, se laissent très facilement dissocier en leurs éléments constituants.

Nous avons obtenu dans ces conditions de superbes préparations de tubes criblés de *Vitis* ; les filaments connectifs se détachaient en brun foncé dans les plaques criblées incolores et gonflées.

La coloration du tissu cellulaire est-elle trop intense, on traitera la préparation par une solution étendue d'acide chlorhydrique dissolvant les oxydes de manganèse.

Désire-t-on éliminer l'action gonflante du permanganate de potassium, on ajoutera à la solution, au moment de s'en servir, quelques gouttes d'acide acétique. Celui-ci neutralisera la potasse au fur et à mesure de sa formation. Dans ces conditions la macération doit être notablement prolongée.

L'action gonflante est éliminée *ipso-facto* dans l'emploi du permanganate d'argent. Comme agent de macération celui-ci est notablement inférieur au permanganate de potassium, ce qui semble tenir surtout à sa moindre solubilité.

Quant au permanganate de sodium, l'isntabilité de ce sel le rend impropre aux usages que nous venons de décrire.

En résumé, les permanganates peuvent être utilisés avec profit en qualité de colorants protoplasmiques et d'agents de macération. A ce dernier point de vue ils paraissent très supérieurs à la potasse, à l'acide chromique et au liquide de

Schultze, attendu qu'ils ne désorganisent pas au même degré le contenu protoplasmique.

L'emploi du permanganate de potassium est surtout indiqué dans la technique du tissu libérien.

Séance du 2 avril.

Chodat. — Évolution des Cœlastrum.

M. Chodat résume ses recherches *sur l'évolution des Cœlastrum.* On sait que ces derniers se reproduisent à la façon des *Pediastrum* à cette différence près qu'ici les nouvelles colonies naissent déjà organisées. Ils ressemblent en ceci au genre Hariotina, mais les nouvelles colonies n'y sont pas aussi évoluées. Dans toutes ces algues agrégées, les cellules constituantes demeurent unies pendant la parturition. Chez les *Cœlastrum* cultivées selon les méthodes imaginées par l'auteur des modifications essentielles apparaissent selon les cas. Les cellules constituantes de la colonie peuvent se désagréger avant la mise en liberté des nouvelles colonies. Ces cellules peuvent aussi s'isoler dans une phère gélifiée commune ou s'isoler plus réellement en s'entourant chacun d'une auréole de gelée. A cet état elles donnent lieu à des colonies semblables à la colonie mère ou à des produits de bipartition qui constitueront des colonies à 2-4-8 cellules. Finalement les produits de la division sont tous libérés et passent à une stade unicellulaire qui est commune dans le *Plankton* du lac de Genève.

M. Chodat montre aussi que *Polyedrium trigonum* peut, réalisant une évolution contraire donner naissance à des produits agrégés qui seront semblables comme mode d'adhésion à des *Sorastrum* mutiques. Ces *Pediastrees* n'ont jamais été citées et sont très voisines de celles qui sont maintenant connues sous le nom de *Scenedesmus costatus.*

(Voir *Bulletin de l'Herbier Boissier* 1896, avril).

Séance du 16 avril.

Th. Lullin. Photographies de monnaies par l'étincelle. — C. Soret. Particularité remarquable présentée par une épreuve radiographique. — A. Delebecque. Ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires. — Duparc. Roches éruptives de la chaîne de Belledonne. — C. Schépiloff. Moyen économique de se préserver de l'humidité des sous-sols.

M. Théodore Lullin montre quelques *reproductions photographiques de diverses pièces de monnaie* Ces images ont été obtenues par un procédé dû à MM. Ducretet et Boudet [1], qui consiste à intercaler une plaque photographique entre une pièce métallique et la monnaie à reproduire et à placer le tout entre les excitateurs d'une machine à influence.

On constate alors en développant la plaque, qu'après le passage de quelques décharges, le relief de la pièce est reproduit sur la couche sensible.

M. Lullin a observé qu'une lame de mica mince interposée entre la pièce et la couche sensible, n'empêche pas l'impression de se produire.

Il semble, que la formation de ces images est due aux aigrettes émises par les aspérités du relief; on remarque en effet, que les parties de la gélatine qui se trouvent en contact direct avec le métal, ne sont pas impressionnées.

M. Soret parle d'une particularité remarquable qu'il a eu l'occasion d'observer sur une *épreuve radiographique* d'une balle dans un avant-bras d'homme. La plaque sensible était maintenue dans le châssis par un ressort oblique en laiton qui la pressait par-dessous; or la présence de ce ressort, placé en arrière de la plaque, a exercé une influence sur l'image, le ressort se trouve marqué par une bande oblique sur laquelle la plaque a été moins impressionnée qu'ailleurs. On a obtenu le même résultat avec un second cliché du même bras, pris dans des conditions identiques. On a fait ensuite deux autres clichés après avoir supprimé le ressort,

[1] A. Bergeret et F. Douin. Récréations photographiques.

la bande anormale y a complètement disparu; elle résultait donc bien de la présence du ressort.

Le même phénomène a été observé dans quelques autres cas, mais seulement en opérant sur des membres volumineux, bras, pied ou jambe. Peut-être était-il dû à ce que la conductibilité du métal produisait dans son voisinage une petite diminution de l'échauffement que la plaque subissait de la part du membre presque en contact avec elle; mais ce n'est là qu'une supposition qui n'est pas sans soulever quelques objections.

M. A. Delebecque fait la communication suivante sur *les ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires.*

Les sondages exécutés dans les lacs suisses ont montré que les seuls fleuves glaciaires produisant des ravins sous-lacustres étaient le Rhône et le Rhin, à leur entrée dans les lacs de Genève et de Constance. On n'a trouvé de pareils ravins ni aux embouchures de la Reuss et de l'Aa dans le lac des Quatre-Cantons, ni à celle de l'Aar dans le lac de Brienz, ni à celles du Tessin et de la Maggia dans le lac Majeur.

M. Forel[1] a expliqué ainsi la formation du ravin sous-lacustre du Rhône : l'eau du fleuve, plus dense que l'eau du lac par suite de sa charge d'alluvions, s'écoule dans les profondeurs le long des talus du cône de déjection, comme le ferait un fleuve de mercure, et le courant, limité par des masses d'eau dormante, doit, en frottant sur ses parois liquides, laisser tomber son limon en suspension ; ainsi se construisent les digues qui bordent le ravin et qui, dès qu'elles ont atteint une hauteur suffisante, dirigent le courant sous-lacustre.

Cette explication m'a toujours paru très juste. D'une part, nous voyons le Rhône, à son embouchure dans le lac, disparaître brusquement en formant la cascade sous-lacustre bien connue sous le nom de Bataillère ; d'autre part, le thalweg du ravin paraît être sableux sur une longueur très

[1] F.-A. Forel, *le Léman,* t. I, p. 385.

considérable. Dans toute la région de ce ravin appartenant aux eaux suisses, M. Hörnlimann a essayé en vain, avec son appareil de sondage, de rapporter des échantillons du sol, ce qui, étant donné la nature de l'appareil, nous prouve que ce sol n'est pas vaseux. J'ai moi-même, à ma grande surprise, récolté du sable dont les grains dépassent parfois 1^{mm}, à l'extrémité occidentale du ravin, par 247^{m} de profondeur, et à plus de 7 kilomètres de l'embouchure du Rhône ; on est donc obligé de conclure que, après un parcours sous-lacustre de plus de 7 kilomètres, et sous une colonne d'eau de près de 250^{m} d'épaisseur, le Rhône a conservé ses caractères de fleuve et possède encore une vitesse relativement considérable, puisqu'il est capable de charrier du sable.

Mais, pour qu'un ravin sous-lacustre puisse se produire, deux conditions sont nécessaires. Il faut : 1° que la proportion d'alluvion ténue soit forte par rapport à celle des gros matériaux, sans quoi toute la charge du fleuve s'arrêtera près de l'embouchure et il se formera un delta torrentiel, analogue à celui de la Dranse ou à celui de l'ancienne Arve ; 2° que les alluvions ténues puissent former des digues en se déposant contre les parois liquides qui limitent le courant sous lacustre et ne se répandent pas dans toute l'étendue du lac. Or ces conditions paraissent être seulement remplies pour le Rhône et le Rhin. Car :

1° Le Rhône et le Rhin ont un cours beaucoup plus long que les autres fleuves ; il en résulte que les galets charriés peuvent s'user plus facilement et se réduire à l'état de matériaux ténus;

2° Les expériences de M. Schlœsing[1] ont montré que, lorsque la teneur du milieu liquide en bases alcalino-terreuses descend au-dessous de 0 gr. 06 par litre, la précipitation des argiles ne se fait qu'avec une extrême lenteur. Or voici les chiffres que j'ai trouvés pour les lacs qui nous intéressent[2].

[1] Schlœsing, Encyclopédie chimique, t. X, p. 62.

[2] Je remercie vivement M. le comte Zeppelin ainsi que les Drs Delachaux, M. Lugeon, Mariani et E. Ritter de l'obligeance avec laquelle ils m'ont envoyé des eaux de ces divers lacs.

Lacs.	Lieu de la prise.	Date de la prise.	Résidu sec par litre.	C a O	M g O	Somme. CaO+MgO
			gr.			
Constance	1 kil. à l'est de Constance.	23 mars 1896	0.1775	0. 067	0.014	0.081
Genève	Au large de Thonon.	3 mars 18 6	0.17	0 0633	0.011	0.0743
Quatre-Cantons	100 m. en amont du neue Brücke de Lucerne.	1er mars 1896	0 122	0 053	0.0058	0.0588
Brienz	Au large d'Iseltwald	24 mars 1896	0.0895	0 038	0 0033	0.0413
Majeur	Au large de Locarno.	8 avril 18 6	0.0905	0.0315	0.006	0.0375

On voit par ce tableau que la somme C a O + M g O est supérieure à 0 gr. 06 pour les lacs de Constance et de Genève, qui possèdent un ravin sous-lacustre, et inférieure à 0 gr. 06 pour tous les autres qui n'en possèdent pas. Il en résulte que, dans les deux premiers lacs, la précipitation des alluvions apportées par le fleuve sous-lacustre se produit à une distance limitée de l'embouchure et forme les digues nécessaires à l'existence du ravin ; au contraire, dans les autres lacs, la précipitation n'a lieu qu'après un temps très long, lorsque les eaux du fleuve se sont entièrement diffusées dans celles du lac.

Remarquons, en terminant, que le rapport de la surface occupée par les glaciers à la surface totale du bassin, rapport dont dépend en partie la charge du fleuve en alluvions impalpables, ne paraît pas avoir d'influence sur la formation des ravins sous-lacustres. La simple inspection d'une carte montre qu'il est beaucoup plus faible pour le Rhin que pour l'Aar[1].

M. Duparc communique les résultats de son travail d'en-

[1] M. Léon Du Pasquier m'a cependant fait remarquer qu'une partie de l'alluvion du Rhin provenait non pas des glaciers, mais de la trituration des schistes lustrés que traverse son affluent la Nolla.

semble sur les roches éruptives de la chaîne de Belledonne, travail qui paraîtra prochainement au complet dans les *Archives*.

Mlle Catherine Schépiloff présente une notice sur un *moyen économique de se préserver de l'humidité des sous-sols*

Le moyen proposé consiste à fixer sur la muraille l'humidité dont celle-ci est imprégnée et à l'empêcher de s'évaporer dans l'air de la pièce, et de se condenser ensuite, pendant le refroidissement nocturne, sur les vêtements et le corps des habitants. Les murs dans ce procédé restent humides, mais l'air de la pièce est sec. Pour obtenir ce résultat il suffit de blanchir les murs qui suintent l'eau avec un badigeon formé d'un mélange de plâtre ou de chaux éteinte et du *sel marin brut en cristaux*. On peut ajouter de très grandes quantités de sel marin sans que cela empêche le plâtre de se prendre et de durcir en adhérant fortement à la muraille, même si celle-ci est très mouillée. Les cristaux de sel retiennent l'humidité, et fondent petit à petit ; il est évident qu'au bout d'un certain temps il faut renouveler le badigeon.

C'est à la présence d'impuretés formées par des chlorures de calcium, de magnésium et de potassium que le sel marin brut doit en grande partie ses propriétés hygroscopiques, mais l'emploi de ces divers sels à l'état de pureté serait d'un prix trop élevé, et d'un usage peu commode.

Deux petites maisons construites en bois de sapin, et placées dans un réservoir de zinc rempli de sable mouillé, ont servi pour ces recherches. Les degrés hygrométriques ont toujours accusé une très notable différence dans l'humidité de l'air des deux maisons, dont l'une avait les murs badigeonnés au sel, et l'autre non ; l'écart était de 15-20° et même 25°. Mlle Schépiloff se propose de continuer ses recherches et de déterminer le degré d'humidité absolu par un procédé chimique.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AVRIL 1896

Le 1er, légère pluie mêlée de neige à 7 h. du matin.
2, légère neige à 7 h. du matin; assez forte bise à 9 h. du soir.
3, forte bise le matin; assez forte bise de 4 h. à 7 h. du soir.
4, assez forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
5, assez forte bise de 10 h. du matin à 7 h. du soir.
6, gelée blanche le matin; minimum de nuit : — 0°,3; assez forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
7, assez forte bise de 1 h. à 7 h. du soir.
8, assez forte bise de 10 h. du matin à 7 h. du soir.
9, assez forte bise de 1 h. à 4 h. du soir.
12, nouvelle neige sur toutes les montagnes environnantes; assez fort vent à 10 h. du soir.
13, giboulée de neige le matin et l'après-midi, assez fort vent d'W à 1 h. du soir.
16, assez forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.
19, forte rosée le matin.
20, forte bise depuis 1 h. du soir.
21, forte bise jusqu'à 9 h. du soir.
22, assez forte bise à 4 h. du soir.
23, rosée le matin.
24, très forte rosée le matin; la neige a disparu du Salève.
25, rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 1er à 9 h. matin	725,62	Le 3 à 3 h. matin	721,86
8 à 9 h. matin	731,22	9 à 5 h matin	728,71
11 à 8 h. matin	733,40	13 à 3 h. matin	722,33
14 à 7 h. matin	731,37	15 à 5 h. matin	725,26
19 à 8 h. matin	736,47	23 à 2 h. soir	724,26
24 à 11 h. soir	730,53	25 à 6 h. soir	728,50
27 à 8 h. matin	732,65	30 à 8 h. matin	719,97
30 à 10 h. soir	722,92		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	SÉCHERON Ph Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT	COMPESIERES Ch Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total..	71.0	80.3	63.9	....	62.0	49.5	58.0	79.6

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Ecart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Ecart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes: Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes: Minim.	Fract. de saturation en millièmes: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	NÉBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Ecart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim	millim.	millim.	millim	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	724,97	+ 0,44	724 44	725.62	+ 3,99	— 2,84	+ 0,9	+ 7.8	687	— 31	480	980	0,1	...	var.	5.0	0,65	5,2	— 2,1	90.0
2	723,77	— 0,75	722.73	725.19	+ 2,32	— 4,65	— 0,1	+ 5.3	765	+ 49	630	890	0.0	...	NNE. 1	4.0	0,87	5,2	— 2,1	88.0
3	723,30	— 1,21	721.86	724.93	+ 2.61	— 4.49	+ 0,8	+ 4,9	641	— 73	570	720	...	...	NNE. 2	13.3	0.87	4,8	— 2,6	86.5
4	725,78	+ 1,28	724.67	727,28	+ 3,86	— 3.38	+ 1,8	+ 6,7	608	—105	460	730	...	...	NNE. 2	10,2	0.92	4.8	— 2.7	84,0
5	726,58	+ 2.09	725.72	728.49	+ 5.23	— 2,15	+ 2,8	+ 9,1	585	—126	490	680	...	...	NNE. 2	8,1	0,35	....	.....	79,0
6	728.61	+ 4.12	727,59	729,94	+ 6,14	— 1,37	— 0 3	+11.9	596	—114	400	760	...	...	NNE. 1	6,3	0.45	5,1	— 2,6	75,7
7	729,85	+ 5.37	729 07	730,50	+ 8.34	+ 0,69	+ 2,6	+14,9	692	— 16	430	850	...	...	NN . 2	5,8	0.62	6,2	— 1,5	76.0
8	730,09	+ 5.61	728.90	731.22	+ 9.53	+ 1,74	+ 4,9	+15,2	723	+ 16	450	910	...	...	NNE. 2	6.0	0.42	6.4	— 1.4	74.0
9	729,54	+ 5 06	728.71	731.18	+10.56	+ 2,63	+ 6,9	+14.8	694	— 12	480	830	0.0	...	NNE. 2	6 9	0.42	6,5	— 1,4	74,0
10	731.77	+ 7.28	731.13	732 42	+ 10,19	+ 2.12	+ 4.1	+19,1	704	0	410	940	2.8	5	var.	1.9	0,70	7.0	— 1,0	72.0
11	731,68	+ 7.19	727.96	733,40	+ 9.56	+ 1.35	+ 7,0	+14.9	686	— 17	330	930	1.9	2	var.	6.0	0.93	7,2	— 0.9	72,0
12	724,50	0.00	722.79	727,13	+ 7,66	— 0.69	+ 5.5	+10,0	800	+ 98	710	880	13,1	15	var.	5.8	1 00	....	.....	72.0
13	726.89	+ 2,38	722,33	731 03	+ 1,95	— 6.54	+ 0.4	+ 8,1	886	+185	640	990	8.7	14	var.	4.2	0.95	6,4	— 1,9	73.0
14	729,94	+ 5.42	727,60	731.37	+ 3.85	— 4,78	0.0	+ 8.5	676	— 24	440	1000	...	...	N 1	2.5	0.77	6,2	— 2,2	72,8
15	726,66	+ 2,13	725.26	729.75	+ 5 31	— 3,46	+ 2.7	+10,0	766	+ 66	670	830	0.3	...	NNE. 1	4.8	0 83	6.4	— 2.1	71,4
16	731,30	+ 6.75	729,95	732.84	+ 5.75	— 3.16	+ 1.5	+ 9,8	605	— 94	350	830	...	...	NNE. 1	6,7	0.13	7,6	— 1,0	72,0
17	732,38	+ 7.82	731.44	733 16	+ 6,38	— 2,67	+ 0,4	+ 9,8	672	— 26	400	860	...	...	var.	1.0	0.95	7.9	— 0,8	72.0
18	734,00	+ 9.42	732.70	735.82	+ 8,75	— 0.44	+ 6.0	+11,8	698	+ 1	460	870	0,8	2	N. 1	4.0	0 88	7.9	— 0,9	72.0
19	735.22	+10.62	734.23	736.47	+ 8.76	— 0.58	+ 2.7	+13,3	634	— 63	360	860	...	...	NNE. 1	3,3	0.45	....	.....	72,0
20	731.22	+ 6.60	729.87	733.71	+ 7,47	— 2.01	+ 4.7	+10.4	704	+ 8	480	840	0.6	2	NNE. 2	8.8	0 45	8.1	— 0,8	72 5
21	728,99	+ 4,35	728,64	729,93	+ 6.60	— 3.02	+ 4.1	+ 9.7	688	— 8	620	780	...	...	NNE. 2	13.1	0.85	7 8	— 1.3	74,0
22	727.91	+ 3,24	725.75	729.99	+ 8,90	— 0,86	+ 2.0	+15,2	629	— 66	400	850	...	...	N. 1	4 0	0.00	8.6	— 0.6	71,5
23	725 42	+ 0.73	724.26	727.00	+ 8.61	— 1.30	+ 3 7	+15.0	641	— 54	470	880	0 4	...	var.	2 7	0.75	8.8	— 0.5	70.3
24	728.46	+ 3.74	727.00	730 53	+ 7.64	— 2.41	+ 2.3	+12.2	569	—126	370	860	...	...	NNE. 1	5,2	0.07	8.8	— 0.6	71.0
25	729.69	+ 4.94	728.50	730.59	+ 7.89	— 2.31	+ 1,2	+13.5	541	—154	340	740	...	...	N. 1	2 7	0.43	8.6	— 0.9	72,0
26	730 52	+ 5.74	729.70	732 01	+11.61	+ 1.27	+ 4,7	+20.2	545	—149	300	790	...	...	calme	1.9	0.62	....	.....	71,0
27	731 43	+ 6.62	730,14	732,65	+12 30	+ 1.82	+ 6.9	+ 18.6	616	— 78	450	780	...	...	calme	2.1	0 27	7.2	— 0,5	72,5
28	727 72	+ 2.88	725.34	730 23	+14 56	+ 3 93	+ 7.2	+21.0	554	— 140	340	810	...	...	SW. 1	2,7	0 43	10.7	+ 0.9	72.0
29	723.60	— 1.28	722.11	725.04	+15 09	+ 4 32	+ 9.6	+21.4	566	—128	320	900	10.2	4	SSW. 1	6.3	0 95	11.1	+ 1,2	71,5
30	721 30	— 3,61	719.97	722.92	+10,23	— 0.69	+ 7 4	+11,9	895	+201	850	980	23.1	14	SSW. 1	5.8	1.00	10 8	+ 0.8	75.0
Mois	728 44	+ 3,67			+ 7,72	— 1,25			669	— 28						5 37	0 63	7,43	—1.35	74,72

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1896

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,34	727,12	727,47	727 63	727,21	726,88	727,61	728,16
2e »	730 35	730,13	730,53	730,72	730,41	729,97	730,42	730 51
3e »	728 03	727,76	728 04	727,98	727,27	726,66	726,88	727,41
Mois	728,57	728,34	728 68	728,77	728,29	727,84	728,30	728 69

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re déc.	+ 4,20°	+ 3,06°	+ 3,60°	+ 6,56°	+ 9,33°	+ 9 68°	+ 7,74°	+ 6,05°
2e »	+ 5,15	+ 4,06	+ 4,84	+ 7,28	+ 8,96	+ 8,75	+ 7,45	+ 5,86
3e »	+ 7,49	+ 6,03	+ 7,60	+ 11,77	+ 14,19	+ 14,46	+ 11,76	+ 9,43
Mois	+ 5,61	+ 4,38	+ 5,35	+ 8,54	+ 10 83	+ 10,96	+ 8,98	+ 7,11

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	731	780	822	657	528	520	608	710
2e »	827	857	816	668	570	562	644	758
3e »	720	767	754	542	482	474	567	689
Mois	759	801	797	622	527	519	606	719

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 2,44	+ 10,97	+ 5,69	0,63	6,75	2,9	79 92
2e »	+ 3,09	+ 10,66	+ 7,21	0,73	4,71	25,4	72,17
3e »	+ 4,91	+ 15,87	+ 9,38	0,54	4,65	33,7	72,08
Mois	+ 3,48	+ 12,50	+ 7 43	0,63	5,37	62,0	74,72

Dans ce mois l'air a été calme 23,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 6,67 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 16°,1 E. et son intensité est égale à 65,7 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1896.

Le 1er. brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
2, brouillard depuis 4 h. du soir.
3, fort vent à 7 h. du matin.
4, brouillard pendant tout le jour.
5, légère neige à 7 h. du matin.
6, brouillard depuis 7 h. du soir.
7, brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; forte bise depuis 4 h. du soir.
8, brouillard à 10 h. du matin et depuis 7 h. du oir.
9, brouillard jusqu'à 7 h. du matin; forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
10, brouillard à 7 h. du soir.
11, neige par une forte bise jusqu'à 7 h. du matin.
12, neige par une forte bise pendant tout le jour.
13, forte bise pendant tout le jour; légère neige à 7 h. du matin, puis brouillard
14, brouillard jusqu'à 10 h. du matin; forte bise jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
15, légère neige à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; brouillard de 10 h. matin à 1 h. du soir et depuis 7 h du soir; forte bise à 4 h. du soir.
16, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
17, légère neige à 7 h. du soir, puis brouillard.
18, brouillard jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir; forte bise depuis 10 h. du soir.
19, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir; forte bise depuis 1 h. du soir; neige depuis 10 h. du soir.
20, neige jusqu'à 7 h du matin; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
21, neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard; forte bise depuis 10 h. du soir.
23, forte bise jusqu'à 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir; légère neige à 4 h. du soir, puis brouillard.
24, forte bise pendant tout le jour; brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
26, légère neige à 4 h. du soir; brouillard à 7 h. du soir.
29, brouillard depuis 7 h. du soir.
30, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir; légère neige à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 10 à minu t	568,00	Le 3 à 4 h. matin	554,80
19 à minuit	568.50	13 à 5 h. matin	554,20
22 à minuit	566,00	21 à 5 h. matin	561.97
27 à 1 h. soir	568,96	23 à 6 h. soir	559.95

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	557.50	— 2,85	556,85	558,40	—11.03	— 5.55	—14,0	— 5,9	.....	.....	....	NE.	1	0 88
2	556,56	— 3.84	555.05	558,35	—10,66	— 5,30	—13.8	— 5,6	.....	.....	....	NE.	1	0.75
3	556.49	— 3.97	554,80	557,80	— 8,03	— 2,79	—15,0	— 3,2	.....	.....	....	var.		0,17
4	558.08	— 2,44	557.03	559.30	—11.36	— 6.24	—15.8	— 4.5	.....	.....	....	NE.	1	1 00
5	559 54	— 1,04	558.25	561,55	— 9,90	— 4,91	—15,0	— 3,9	.....	.....	....	NE.	1	0.50
6	562,12	+ 1,48	561.15	563.90	— 7.11	— 2.25	—12.2	— 3,5	.....	.....	....	NE.	1	0 45
7	564 30	+ 3.59	563,45	565 50	— 5,38	— 0,64	— 9 5	— 1,8	.....	.....	....	NE.	2	0,90
8	565.40	+ 4,62	565.00	565,80	— 3,63	+ 0.98	— 7.0	0,0	.....	.....	....	NE.	1	0.63
9	565,45	+ 4.60	564.07	567.70	— 3.15	+ 1.33	— 4,8	0,0	.....	.....	....	NE.	1	0,32
10	567.60	+ 6,68	567.06	568.00	— 1.95	+ 2.40	— 5,8	+ 1,5	.....	....	....	NE.	1	0.57
11	565.48	+ 4,49	563.95	566,97	— 6.23	— 2.01	— 7,9	— 1,8	240	27,8	....	NE.	1	0.35
12	559.09	— 1,97	556,95	563,35	— 7,48	— 3.39	—10,0	— 2 4	100	3,0	....	NE.	2	1,00
13	556.94	— 4.20	554,20	560.04	—13.71	— 9,75	—15,0	— 9,8	.....	.....	....	NE.	2	1.00
14	560.72	— 0.50	560.10	561,12	—12.63	— 8.80	—15,3	— 8 4	.....	.....	....	NE.	1	0.62
15	559.84	— 1,46	558.91	561.60	— 8 23	— 4 54	—13.5	— 3.0	.....	.....	....	NE.	1	1.00
16	562.91	+ 1,53	561.65	564,65	— 9.83	— 6.28	—13,4	— 2.8	.....	.....	....	NE.	1	0.60
17	565.34	+ 3.88	564.08	566,62	— 6,53	— 3,12	—13.2	— 2.5	.....	.....	....	NE.	1	0.72
18	566.91	+ 5,37	566.03	568,40	— 7,18	— 3,91	— 8.5	— 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0,83
19	568,03	+ 6.41	567.45	568.50	— 6.85	— 3.72	— 8,7	— 1,3	.....	.....	....	NE.	2	0.77
20	564,12	+ 2,41	562,98	567,00	— 7.13	— 4,14	—10.9	— 1,9	100	15,2	...	NE.	1	0.63
21	563.59	+ 1.79	561,97	565.92	— 7,00	— 4.15	—12.0	— 2.6	20	3,0	...	NE.	1	1,00
22	565.23	+ 3 34	563.60	566.00	— 2.96	— 0.25	— 7,9	+ 2.2	.....	.....	....	var.		0.32
23	561.18	— 0,80	559.95	563.17	— 5.61	— 3,04	— 8.2	+ 0,3	.....	.....	....	NE.	2	0.73
24	562.14	+ 0,07	560.40	564.00	— 6,83	— 4.40	—10,3	— 1,9	.....	.....	....	NE.	2	0.27
25	565.23	+ 3.07	563.88	566.88	— 2.10	+ 0.19	— 8.6	+ 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0.13
26	567.29	+ 5.04	566.33	568.65	— 0 51	+ 1,63	— 4,5	+ 4.8	....	.....	....	NE.	1	0.60
27	568.64	+ 6,30	568.20	568,96	— 0,26	+ 1.73	— 4,7	+ 5,2	.....	.....	....	NE.	1	0.02
28	566,38	+ 3,95	565.45	568.02	+ 1,60	+ 3.45	— 3,5	+ 6,2	.....	.....	....	var.		0.07
29	563.44	+ 0,92	562.18	565.10	+ 2,67	+ 4.38	— 2,1	+ 7,5	.....	.....	....	NE.	1	0.63
30	559 42	— 3,20	558 32	562,10	— 0,83	+ 0.74	— 5,1	+ 6,2	.....	.....	....	var.		0 95
Mois	562.83	+ 1,20			— 5.99	— 2 72								0 61

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1896.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	561,11	560,68	560,80	561,11	561,35	561,47	561,84	562,07
2e » ..	563,36	562,54	562,47	562,70	562,86	562,93	563,25	563,39
3e » ...	564,55	564,12	563,97	564,29	564,35	564,16	564,23	564,38
Mois	563,01	562,45	562,41	562,70	562,85	562,85	563,11	563,28

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 8,51	— 6,45	— 3,94	— 4,45	— 6,78	— 8,28
2e » ...	— 8,48	— 6,81	— 5,48	— 6,81	— 8,77	— 10,22
3e » ...	— 4,26	+ 0,04	+ 1,92	+ 0,46	— 2,30	— 4,05
Mois	— 7,08	— 4,41	— 2,50	— 3,60	— 5,95	— 7,52

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	°	°		mm	mm
1re décade...	— 11,29	— 2,69	0,62	. ..	....
2e » ...	— 11,64	— 3,58	0,75	46,0	440
3e » ...	— 6,69	+ 2,98	0,47	3,0	20
Mois	— 9,87	— 1,10	0,61	49,0	460

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 13,80 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.. et son intensité est égale à 106.7 sur 100.

SUR LES

RAYONS CATHODIQUES

SOUS L'ACTION DE

FORCES MAGNÉTIQUES INTENSES

PAR

Kr. BIRKELAND

(Note communiquée par l'auteur, avec planche VII.)

Dans la 8me livraison du recueil norwégien « Elektroteknisk Tidsskrift » M. Kr. Birkeland a publié un travail sur ce sujet. Après avoir résumé brièvement les expériences de Hittorf et de Crookes, relatives à l'influence de l'aimant sur les rayons cathodiques, l'auteur continue comme suit :

Il s'agit ici de quelques nouvelles et bien remarquables actions de forces magnétiques intenses sur les rayons cathodiques, leur formation et leur propagation.

La fig. 1, Pl. VII, montre une expérience faisant voir que *les rayons cathodiques se développent surtout le long des lignes magnétiques d'un champ intense et ne peuvent que difficilement sortir de cette direction.*

L'électrode négative dans le tube de décharge consiste en une croix d'aluminium au centre d'un ballon sphérique qui peut être soumis à un vide plus ou moins complet. Le degré de vide est défini dans ce qui suit par la

longueur de l'étincelle qui se produit dans l'air, entre deux boules de 1^{cm} de diamètre, lorsque la différence de tension entre elles est celle qui donne lieu au passage de la décharge dans le ballon. Cette longueur, que nous appellerons « la longueur de l'étincelle correspondante », a varié dans l'expérience mentionnée entre 5^{mm} et 50^{mm}. Dans le voisinage immédiat du ballon se trouve un puissant électro-aimant cylindrique dont l'axe est perpendiculaire sur la croix d'aluminium et passe par son centre.

Si l'on fait passer des décharges en prenant la croix pour cathode et sans que l'aimant soit en action, on obtient une phosphorescence du ballon, avec la couleur caractéristique vert jaune, plus ou moins régulière et intense suivant la longueur de l'étincelle correspondante. Lorsque l'on fait passer dans l'électro-aimant un courant de 20 ampères, le flux lumineux prend la forme nettement limitée et régulière que montre la figure. Un faisceau lumineux intense dirigé comme venant de la cathode, mais séparé de celle-ci par un espace obscur, se dirige vers l'aimant; sa coloration peut être définie en disant que le ton est bleu clair avec une tendance au violet. Le faisceau lumineux présente à son intersection avec la surface du verre une petite croix lumineuse d'un lilas presque blanc ou d'un jaune intense, suivant que la longueur de l'étincelle correspondante est petite ou plus considérable. La croix lumineuse devient toujours jaune lorsque la décharge passe simultanément par notre tube et un autre fortement évacué placé en série avec celui-ci.

En outre c'est un fait intéressant bien que prévu que lorsque une croix intense s'est produite sur une portion de la surface du tube ballon, le verre a perdu la propriété d'être phosphorescent, de sorte que durant parfois des

mois, une croix obscure très nette reste visible, si l'on emploie le ballon pour obtenir la phosphorescence ordinaire due aux rayons cathodiques sans action magnétique.

En sens contraire, c'est-à-dire s'éloignant de l'aimant, on observe aussi un faisceau lumineux plus faible d'un bleu violet et, comme venant de la cathode, mais séparé de celle-ci par un espace obscur encore plus large que le précédent. Ces rayons donnent lieu sur la paroi de verre à une croix lumineuse jaune mais confuse.

Il faut remarquer que les deux croix lumineuses, celle qui est agrandie comme celle qui est diminuée, différent dans leur direction d'un angle d'environ 10° et en supposant que le regard coïncide avec la direction des lignes de forces magnétiques, la rotation est dans le sens des aiguilles d'une montre.

Si l'on incline ou tourne un peu le ballon par rapport à l'aimant, les deux croix se produisent toujours respectivement aux parties les plus éloignées et les plus rapprochées.

En connexion avec cette expérience, nous en signalons une qui montre comment les forces magnétiques dans le cas d'une cathode en forme de coupe en prennent la propriété célèbre de rassembler les rayons qui sont émis par elle. En effet, lorsqu'on place près de l'aimant un tube de Crookes comme ceux dont on se sert habituellement pour montrer l'action thermique des rayons cathodiques et que la cathode a sa concavité tournée à l'opposé de l'aimant, les rayons cheminent à peu près parallèlement et forment une tache ronde phosphorescente sur la surface opposée du tube. Au milieu de cette tache se trouve une ombre nette de la plaque de platine-iridium qui, autrement sous l'action des rayons cathodiques,

quand l'aimant ne fonctionne pas, est amenée à l'incandescence.

La fig. 2 reproduit une expérience qui montre comment *les rayons cathodiques sont concentrés vers un point par un aimant,* à la condition que l'axe de l'aimant soit normal au plan de la cathode et passe par son centre. Des rayons lumineux parallèles ne sont pas mieux concentrés par une lentille à son foyer que les rayons cathodiques par un aimant; on peut aisément disposer de la distance entre l'aimant et le tube de façon à obtenir sur la paroi intérieure du verre une pointe aiguë. L'action d'une pareille pointe est intense; en la promenant sur la surface du verre, son trajet est marqué par des particules de verre qui sont arrachées et l'on peut par exemple tracer des lettres par ce procédé. Si on laisse au contraire la pointe agir sur le même point, le verre se fond, d'où résulte que la pression de l'air extérieur détermine une petite ouverture et que le tube cesse de fonctionner.

Il peut arriver aussi, comme cela est naturel, que le tube éclate avant que l'ouverture soit fondue; en ce qui me concerne, dans deux cas sur trois, il s'est produit une petite ouverture d'environ 1^{mm} de diamètre. L'une s'est formée en 6 secondes dans du verre de 1^{mm} d'épaisseur, l'autre en 2 secondes seulement dans du verre plus mince.

Si dans ces expériences, au lieu d'une grande bobine d'induction, nous avions employé une machine à courants alternatifs avec un transformateur convenable, il est à prévoir que nous aurions pu obtenir de très puissants effets calorifiques.

Disons ici en passant que si l'on place un petit tube cylindrique parallèlement aux lignes de force dans un champ intense et uniforme, entre les pôles d'un fort

électro-aimant en U, on trouve que les rayons cathodiques ne sont plus concentrés en un point, mais se propagent à peu près parallèlement aux lignes de force du champ. C'est probablement la variation de la force avec la distance qui donne lieu, dans le cas de l'aimant rectiligne, à la concentration des rayons.

Lorsqu'on fait varier lentement la distance entre l'aimant rectiligne et le tube entre des limites convenables, on constate un fait bien remarquable. Pour plus de clarté, nous reproduirons ici les données d'une de nos expériences, dans laquelle nous faisions usage d'un tube de Rœntgen en forme de poire, avec un vide imparfait et une étincelle correspondante de $1^{mm},5$.

Lorsqu'on rapproche ce tube de l'aimant, l'axe du tube étant toujours dans le prolongement de celui de l'aimant, on voit que la tache de phosphorescence sur la paroi postérieure du tube qui est encore normale pour la distance de 15^{cm} de l'aimant, devient graduellement plus petite, jusqu'à n'être plus qu'un point radiant qui disparaît pour la distance de 5^{cm}. On observe en même temps que les rayons cathodiques tracent leur parcours dans l'air raréfié du tube sous la forme d'un cône lumineux de coloration bleue. Lorsque la première tache phosphorescente disparaît, on en découvre une autre plus petite et un peu plus faible que celle-ci, comme si depuis le commencement elle avait été cachée par elle. Cette seconde tache disparaît à son tour et n'est plus qu'un point lumineux lorsque le tube est à 2^{cm} de l'aimant. En même temps on peut constater l'apparition d'une troisième tache plus petite et plus faible que la seconde, et qui s'affaiblit à mesure que la distance entre le tube et l'aimant diminue; elle est très petite sans être encore réduite à un point lorsque le tube vient en contact avec l'aimant.

Il se produit aussi, dans le voisinage de la cathode, des changements caractéristiques accompagnant le mouvement du tube et nous nous bornons à dire ici que l'espace obscur de Crookes se modifie dans son extension. Il se contracte, de $5^{cm},8$ jusqu'à $2^{cm},6$, lorsque le tube se rapproche de l'aimant; pour certaines distances, par exemple 5^{cm} et 2^{cm}, le changement se produit brusquement. Tout ce qui vient d'être dit s'applique également aux cas où c'est le pôle nord ou le pôle sud de l'aimant qui est tourné vers le tube.

Ces résultats semblent impliquer que la cathode peut émettre divers groupes de rayons d'espèces différentes se comportant entre eux d'une manière analogue, au point de vue extérieur, aux divers tons émis par une corde vibrante. Ceci se déduira avec plus de clarté des expériences suivantes et nous serons amenés à nous demander si une cathode en état d'activité émet toujours tous les *tons* qui lui appartiennent ou seulement par groupes ou encore isolément. Pour ma part, j'ai l'impression qu'une cathode émet toujours simultanément un petit nombre de groupes de diverses espèces de rayons, et qu'en moyenne ses constantes physiques caractéristiques (la hauteur de ton moyenne) dépendent, par une certaine relation, de la force magnétique mise en jeu et de la longueur de l'étincelle correspondante du tube de décharge.

La fig. 3 *a*, représente un tube de Crookes bien connu, avec une croix de Malte, placé comme précédemment suivant l'axe de l'aimant. La longueur de l'étincelle correspondante pour ces diverses expériences auxquelles se rapportent les figures 3 *a* et 3 *b*, ainsi que 4 *a*, *b*, *c* et *d*, était d'environ 4-5^{mm}.

Supposons maintenant que nous rapprochons le tube

de l'aimant qui est excité par un courant de 20 ampères. Pour une distance minima de 20^{cm} entre le tube et l'aimant, l'ombre ordinaire de la croix de Malte se produit encore (fig. 4 *a*), mais un peu tournée, sur la partie du tube placée en face de la cathode. A mesure que la distance diminue, la tache phosphorescente ainsi que la croix d'ombre se contractent d'abord lentement, puis très rapidement, la croix en même temps se tournant avec une faible torsion (fig. 4 *b*). Lorsque la distance n'est plus que de 4^{cm}, le contour disparaît faisant place à un point lumineux au moment où la rotation totale se trouve être d'environ 180°. Cet angle ne paraît pas dépendre d'une manière essentielle de la force magnétique, mais plutôt de la distance entre la croix de Malte et la paroi de verre sur laquelle l'ombre se produit. Avant que la première tache disparaisse on en aperçoit une nouvelle (fig. 4 *e*) plus petite et plus faible que la première, où bientôt se montre une croix d'ombre renversée; ces taches lumineuses, du reste, s'observent même, mais d'une manière fugitive, pendant que le contour a l'apparence représentée par la fig. 7 *b*.

Le nouveau contour change maintenant d'apparence, la croix s'agrandit et devient confuse, tandis que la tache lumineuse au contraire diminue (fig. 4 *d* et 4 *c*). Après une rotation qui toutefois est moins considérable que la première, la tache lumineuse se réduit à un point. Mais auparavant, pour une distance de $1^{cm},7$, paraît une troisième tache lumineuse avec une croix d'ombre renversée et augmentant rapidement; et ce contour est de nouveau soumis aux mêmes changements que les précédents ; la rosette (fig. 3 *b*) montre le rapport entre le second et le troisième contour à une certaine époque. Les figures sont

ici dessinées devant un pôle sud, tandis que pour un pôle nord les rotations devraient avoir lieu en sens contraire.

En résumé, j'ai pu, dans ces expériences, constater quatre taches de phosphorescence différentes, respectivement de 9, 4, 1,8 et 1^{cm} de diamètre, chacune avec ses contours; dans une autre occasion j'ai pu en constater cinq. Leur nombre croît, dans tous les cas, dans une certaine proportion avec la force magnétique et diminue lorsque la longueur de l'étincelle correspondante diminue elle-même.

La rotation de tous les contours due au mouvement *vers* l'aimant a lieu toujours dans le même sens, celui de l'aiguille d'une montre lorsqu'on regarde suivant une ligne de force. Si le mouvement a lieu en s'éloignant de l'aimant, le sens de la rotation est l'inverse.

Pour répéter ces expériences, il est désirable d'employer un tube de Crookes pour lequel l'étincelle correspondante ne soit pas trop petite, pas au-dessous de $1^{mm},5$, lorsque la croix sert de cathode. En effet, si la longueur de l'étincelle est inférieure, on obtient en même temps que les phénomènes décrits, la croix étant anode, comme cela se conçoit, ceux qui correspondent au cas où la croix serait une cathode, c'est-à-dire une petite croix lumineuse lilas, régulière et droite (voir fig. 1). Le fait que la petite croix lilas se produit aussi lorsque la croix de Malte sert d'anode à la décharge d'ouverture de l'inducteur, résulte naturellement de ce que la décharge de fermeture, pour laquelle la croix de Malte est la cathode, est suffisante aussi pour déterminer une décharge à travers le tube. Toutefois la croix lilas perturbatrice disparaît, comme on va le voir, lorsqu'on fait fonctionner un certain temps le tube sous l'action de l'aimant. Remarquons que la dispa-

rition de cette croix a un certain intérêt dû à ce que le faisceau lumineux dans l'air du tube de Crookes, précisément à cette période et surtout lorsque la force magnétique subit de petites variations, présente une étonnante analogie avec certains cas de stratification de l'aurore boréale sous nos latitudes.

Il existe un autre moyen d'éviter la croix lilas, qui est de placer le tube de décharge en série avec un tube de Rœntgen ayant une étincelle de correspondance bien grande. Avec cette disposition, les différents *tons cathodiques* se produisent d'une manière remarquablement nette. On observe aussi facilement, dans ce cas, une croix d'ombre qui ne se voyait pas dans le précédent arrangement. Elle tourne avec une vitesse environ moitié de celle de la croix précédente et se contracte aussi plus lentement. Lorsque la première tache phosphorescente s'est réduite en se contractant à un point brillant, la nouvelle croix d'ombre est encore d'égale dimension à la croix de Malte, mais quand la seconde tache de phosphorescence disparaît, la nouvelle croix est si petite qu'elle n'a plus un caractère prépondérant.

Je m'occupe en ce moment à chercher à évaluer les coefficients relatifs de déviation magnétique des divers rayons cathodiques en en formant un spectre au moyen d'un écran avec une fente très étroite qui isole un faisceau également très étroit, lequel se trouve ensuite dévié normalement à l'ouverture par des forces magnétiques.

Dans ce qui précède, on n'a pas décrit les effets lumineux qui se produisent sur la paroi de verre dans le voisinage de la cathode. Sans entrer dans tous les détails, nous mentionnons le phénomène le plus frappant, à savoir une série de bandes phosphorescentes jaunes affec-

tant la forme de portions de cercles isolés et quelquefois d'une spirale (voir la fig. 3 *a*).

Nous passerons maintenant à la description d'expériences qui montrent comment, *avec un aimant fonctionnant durant un temps plus ou moins long, on peut augmenter la longueur de l'étincelle correspondante d'un tube de décharge, de manière à transformer pour quelque temps n'importe quel tube de Crookes en un excellent tube de Rœntgen.*

Un tube, en forme de poire, est placé, comme précédemment, axialement par rapport à l'électro-aimant, mais suivant une direction inverse, de manière à ce que la cathode ne soit séparée de l'aimant que par une plaque d'ébonite protectrice. Lorsqu'on met en activité le tube et l'aimant, des phénomènes lumineux se produisent qui sont entièrement différents des précédents. La fig. 5 donne une bonne représentation de ces phénomènes tels qu'ils ont eu lieu quelque temps après que les appareils ont commencé à fonctionner.

La lumière, dans le tube au voisinage immédiat de l'aimant et de la cathode, est à peu près blanche avec une teinte violette ; plus loin le ton devient gris. La figure montre comment, en particulier, un faisceau lumineux est émis par la circonférence de la cathode, faisceau qui rencontre le fond du tube en y délimitant un anneau lumineux limité par deux cercles concentriques.

Il est facile de reconnaître que nous avons affaire encore avec une espèce de rayons cathodiques. Lorsque l'on place devant le même tube de Crookes, mais ayant une croix de Malte, un petit électro-aimant rectiligne et puissant, de manière à ce que les pôles contraires des aimants soient en regard, le faisceau lumineux qui divergeait dans le premier cas hors de la cathode, s'inflé-

chit vers le second aimant et vient former sur un fond lilas une croix d'ombre très nette, diminuée et tournée seulement de quelques degrés. Cette croix est entourée d'un anneau d'ombre.

Si nous accouplons notre tube avec un tube de Rœntgen en série, la croix d'ombre apparaît sur un fond jaune. Si le courant est renversé, on obtient respectivement une croix lumineuse lilas ou jaune sur fond d'ombre.

Revenons maintenant à notre expérience représentée par la figure 5. Un grand intérêt s'attache à cette expérience, puisqu'il en résulte que l'on peut, au moyen de l'aimant, augmenter progressivement la longueur de l'étincelle correspondante du tube jusqu'à lui donner une grandeur extraordinaire, par exemple de 1,5 jusqu'à 75^{mm}. Comme plus haut, en décrivant le phénomène, nous rapportons ici les données de quelques expériences en particulier.

Dans un cas, la longueur de l'étincelle correspondante était d'environ 5^{mm}, avant que l'électro-aimant fût en activité. Après que celui-ci, excité par un courant de 20 ampères, eût agi pendant une minute sur la décharge, la longueur de l'étincelle correspondante était montée à 65^{mm}. Pendant l'action de l'aimant, la longueur de l'étincelle correspondante du tube était $0,5^{mm}$. Lorsque, pendant que l'aimant fonctionne, on éloignait le tube de l'aimant, on trouvait facilement une distance telle qu'à l'intérieur de cette distance, la longueur de l'étincelle correspondante était toujours de $0,5^{mm}$ et, à l'extérieur, 65^{mm}, en même temps que ces phénomènes lumineux, dans le tube, changeaient de caractère.

Après une période de repos de 3 minutes, la longueur de l'étincelle correspondante tombait de 65 à 45^{mm},

après 10 minutes, elle était réduite à 34^{mm} et, au bout d'un jour, elle avait repris sa valeur initiale d'environ 5^{mm}. Après une nouvelle action de l'aimant de 2 minutes, avec une intensité de courant de 23 ampères, la longueur de l'étincelle correspondante s'éleva de nouveau jusqu'à 76^{mm}.

Si, maintenant, on laisse se prolonger un peu plus l'action de l'aimant, les phénomènes lumineux commencent très brusquement à changer de caractère; la longueur de l'étincelle correspondante augmente rapidement, jusqu'à ce que la paroi postérieure du tube soit portée à un état d'intense phosphorescence vert jaune sous l'influence des rayons cathodiques ordinaires.

Si l'on examine un tube ainsi traité relativement aux rayons de Rœntgen, pendant que la longueur de l'étincelle correspondante tombe d'une valeur élevée, on trouve que le tube, dans une certaine région, émet des rayons intenses de cette espèce. J'ai réussi, de cette manière, à transformer pour un peu de temps plusieurs tubes ordinaires de Crookes ayant une longueur d'étincelle correspondante initiale d'environ 1^{mm} en tubes de Rœntgen qui émettaient des rayons très bien reconnaissables d'un mètre de long à travers l'air.

La longueur de l'étincelle correspondante d'un tube n'est pas changée, comme cela va de soi, s'il n'est pas traversé par la décharge pendant que l'aimant fonctionne.

Afin d'éclaircir de divers côtés cette action particulière de l'aimant, je mentionnerai encore ici quelques autres expériences.

Lorsque, dans le cas qui a été décrit, immédiatement après que l'aimant a cessé d'agir, on fait passer la dé-

charge au travers du tube en en renversant le sens, la longueur de l'étincelle correspondante était de $1,5^{mm}$, c'est-à-dire la même qu'avant l'action de l'aimant. Ceci semble indiquer que c'est seulement la cathode qui se modifie sous l'influence de l'aimant. Quelques autres faits qui pourraient être rapportés ici confirment cette manière de voir et l'on n'est pas éloigné de penser que la longueur de l'étincelle correspondante d'un tube de Crookes ne dépend qu'indirectement de la pression du gaz qui s'y trouve, mais est due surtout à un certain quantum de gaz absorbé par la surface métallique de la cathode. En relation avec ceci, nous rapporterons quelques expériences faites avec des tubes de Rœntgen.

Lorsqu'on fait fonctionner l'un de ces tubes durant quelques heures, on voit à la fin la longueur de l'étincelle correspondante augmenter brusquement, et ceci peut aller jusqu'à rendre le tube inutilisable, parce que la décharge a lieu à travers l'air en dehors du tube. Si, après cela, le tube reste sans qu'on l'emploie (il faut quelquefois plusieurs jours), le tube fonctionne de nouveau avec une longueur d'étincelle correspondante redevenue à peu près normale.

En soumettant à la pompe un tube de Rœntgen, nous avons observé qu'il n'est nullement en état lorsque, en pompant d'une manière continue, on a ramené la pression à ce qu'elle est d'habitude dans ce genre de tubes. En effet, si l'on fait passer à ce moment la décharge dans le tube, pendant qu'il est en communication avec la pompe, la longueur de l'étincelle correspondante devient peut-être plus petite que 1^{mm}, et presqu'immédiatement un nouveau coup de pompe fait sortir une nouvelle quantité de gaz, qui, certainement, se trouvait en grande

partie sur les électrodes métalliques et, en particulier, sur la cathode.

En effet, si l'on fait passer la décharge dans le tube, dans une même direction, pendant longtemps et pendant que la pompe fonctionne, et que l'on soit arrivé à donner à l'étincelle correspondante une longueur de quelques centimètres, celle-ci se réduit à 2^{mm} peut-être, lorsque l'on renverse le sens de la décharge de manière que l'anode devienne la cathode.

D'après cela, il paraîtra vraisemblable que l'évaluation de l'étincelle correspondante d'un tube de décharge dépend de la masse du gaz qui est absorbé par la cathode.

Toutefois, nous devons mentionner aussi les expériences qui semblent contredire cette hypothèse. Dans un tube de Crookes, en forme de ballon, servant à la démonstration des effets thermiques des rayons cathodiques où la longueur d'étincelle initiale était d'environ 5^{mm}, celle-ci monta, après une action magnétique de 10 secondes (avec une intensité de courant de 20 ampères) à 60^{mm}. Après un repos de 10 secondes, la longueur d'étincelle était environ de 6^{mm}. Dans cette expérience, l'électrode, en forme de coupe, servait d'anode et se trouvait par conséquent le plus éloigné de l'aimant.

Après avoir été soumis plusieurs fois à l'action magnétique, ce même tube avait, quelques jours plus tard, une longueur d'étincelle d'environ 1^{cm}. En faisant agir l'aimant pendant 20 secondes sur lui comme précédemment, la longueur d'étincelle monta jusqu'à 11^{cm} et *resta la même, sans modification, lors même que l'on changeait le sens de la décharge.*

C'est seulement au bout d'une bonne minute que la longueur de l'étincelle commença à diminuer et elle tomba alors brusquement à sa valeur initiale.

On soumit aussi le tube à l'action magnétique, en faisant entrer le courant par la plaque de platine-iridium qui, habituellement, est portée à un état d'incandescence par les rayons cathodiques. Après que l'aimant eût cessé d'être en activité, l'électrode de platine fut remplacée par celle en forme de coupe, comme d'ordinaire, et la longueur d'étincelle mesurée. Celle-ci était de nouveau d'environ 10^{cm}, *quelle que fût le sens de la décharge dans le tube.*

D'après cela, on serait forcé d'admettre que ce sont les gaz renfermés dans le tube de Crookes qui subissent d'importantes modifications (allotropiques?) sous l'action combinée de l'aimant et de la décharge.

Les tubes dont la longueur d'étincelle correspondante initiale est grande conservent, en général, plus longtemps la longueur augmentée due à l'action magnétique et ne semblent pas jamais revenir tout à fait à la longueur initiale.

Les tubes avec une pression de gaz relativement forte, comme les tubes de Geissler, n'offrent presque pas de changement de longueur d'étincelle par l'action magnétique; celle-ci augmente indubitablement leur richesse en rayons cathodiques, lesquels ne donnent pas pourtant, comme ordinairement, une phosphorescence jaune verdâtre du verre. Nous avons pu constater, dans *un cas*, que les rayons possédaient cette propriété dans le voisinage de la cathode, mais la perdaient à mesure qu'ils faisaient un plus grand trajet dans le gaz raréfié qu'ils rendaient lumineux.

Nous avons précédemment décrit plusieurs phénomènes qui montrent que *des rayons cathodiques sont sucés par un pôle magnétique* de la même manière que

ce qu'on appelle la lumière négative, qui, jusqu'ici, était considérée comme différant qualitativement des rayons cathodiques.

Cette observation présente de l'intérêt pour la théorie de l'aurore boréale. Récemment, le météorologiste danois, M. Paulsen, a émis l'hypothèse que l'aurore boréale provient d'une phosphorescence de l'air due à des rayons cathodiques venant des plus hautes couches de l'atmosphère.

La plus grande difficulté dans sa théorie consiste à savoir pourquoi ces rayons se produisent surtout intenses, comme on le sait, dans une zone autour du pôle magnétique terrestre et puis d'où provient l'énergie de la source du rayonnement.

D'après ce qui précède, on peut admettre que les rayons proviennent de l'espace cosmique et sont surtout absorbés au pôle magnétique terrestre, et qu'il faut les attribuer d'une manière ou de l'autre au soleil. De cette façon, on s'expliquerait les variations journalières de l'aurore boréale se manifestant toujours dans les contrées arctiques, et aussi la coïncidence connue entre la période de 11 ans de l'activité solaire et celle de l'aurore boréale.

NOUVELLES OBSERVATIONS

SUR LES

ACTIONS ÉLECTRIQUES DES RAYONS RŒNTGEN

PAR

Henri DUFOUR

Dans une note précédente [1], nous avons indiqué le résultat de nos observations sur l'action que les rayons X exercent sur les corps électrisés; ces observations avaient été communiquées à la Société vaudoise des Sciences naturelles, dans sa séance du 5 février. Ce phénomène, signalé presqu'en même temps par : MM. Benoist et Hurmuzescu, en France [2], A. Righi, en Italie [3], et J.-J. Thomson, en Angleterre, a été l'objet de recherches nombreuses résumées pour la plupart dans les *Archives* et dans le *Journal de physique;* il avait été observé antérieurement par M. Rœntgen lui-même [4].

Avant de décrire les expériences nouvelles qui font l'objet de cette note, nous devons rappeler deux faits pour répondre à certaines objections formulées à propos de nos premières expériences.

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4me périod. t. I., fév. 1896, p. 111.
[2] *Journal de physique,* t. V., mars, 1896, p. 110.
[3] *Acc. delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, 9 fév. 1896.
[4] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, t. I, mai, 1896., p. 401.

1° Toutes les observations que nous avons faites sur l'action des rayons X sur les corps électrisés l'ont été au moyen d'un *électromètre* gradué et non pas d'un électroscope; l'instrument employé était l'électromètre de M. F. Braun, de Tubingen [1]. Cet instrument permet de mesurer à 10 volts près des variations de potentiel comprises en 100 volts et 1500 volts. Les nouvelles expériences que nous allons décrire, ont été faites en employant deux de ces appareils, l'un gradué jusqu'à 1500 volts, le second jusqu'à 3500 volts. Ces observations, soit les premières, soit les dernières, sont donc faites sur des corps électrisés à des potentiels assez élevés; elles peuvent à cet égard servir de complément à celles des auteurs que nous venons de citer, qui ont été faites avec des électroscopes ou des électromètres plus sensibles, mais à des potentiels moins élevés.

2° Nous n'avons jamais observé avec les hauts potentiels employés une électrisation résiduelle définitive, dans un sens ou dans l'autre, des corps primitivement électrisés; au contraire, nous n'avons constaté qu'une déperdition soit de l'électricité positive, soit de la négative. Jusqu'ici M. Righi est le seul observateur à notre connaissance qui ait signalé une faible électrisation positive permanente sans l'action des rayons X.

On a pu critiquer, avec raison [2], bon nombre des expériences faites sous l'action déchargeatrice des rayons X, dans lesquelles les précautions n'étaient pas suffisamment prises pour éliminer les actions électrostatiques et l'influence de l'air électrisé. Quelques-unes des expériences

[1] *Wied. Ann.*, 31, t. 5, p. 856, 1887. Le modèle actuel de cet instrument construit par le mécanicien Albrecht, à Tübingen, est plus pratique que celui décrit en 1887.

[2] Voir second mémoire de M. Rœntgen. *Arch.* 1896, p. 407.

suivantes montreront le rôle de ces deux éléments et les précautions à prendre.

Une lame d'aluminium collée sur une plaque d'ébonite communique avec l'électromètre de Braun, le tout est enfermé dans une caisse de zinc reliée au sol et percée d'une ouverture circulaire; on place dans la caisse, et faisant face à l'ouverture, la lame d'aluminium; un tube à vide en forme de poire est hors de la caisse à 15 cent. environ, trois écrans métalliques percés de trous sont interposés entre le tube et la caisse de zinc, tous communiquent avec le sol. En employant un tube donnant les rayons Rœntgen, l'électromètre se décharge de 2500 à 500 volts en 13 secondes lorsqu'il est électrisé *négativement*, et en 18 secondes lorsqu'il est électrisé *positivement*.

En employant un autre tube identique au précédent, mais *ne donnant pas* de rayons X, l'électromètre se décharge de 3000 à 2700 volts en 120 secondes lorsqu'il est négatif, et de 3400 à 2900 volts pendant le même temps lorsqu'il est positif.

Dans ces expériences les actions électrostatiques des deux tubes sont sensiblement les mêmes, la différence entre elles ne peut être attribuée qu'à la présence ou à l'absence des rayons Rœntgen.

D'après le résulat de ces expériences (les chiffres expriment des moyennes), on pourrait conclure qu'un corps électrisé négativement se décharge plus vite qu'un corps électrisé positivement. — En opérant sur une feuille d'or collée sur de l'ébonite, on trouve les résultats suivants :

Chute de potentiel : 2000 à 500 volts, élect. négative, temps 13s.5
« 2000 à 500 volts, élect. positive, temps 17s.1

Ces valeurs sont très voisines des précédentes; nous verrons tout à l'heure la cause probable de cette différence entre la décharge des deux états électriques.

Au lieu d'une lame d'aluminium, on peut employer, comme corps électrisé sensible aux rayons X, un tube de Crookes capable de produire lui-même les rayons ou ne donnant que la fluorescence verte, ou même n'ayant que le vide partiel des tubes de Geissler.

En électrisant l'une des électrodes et en projetant sur elle les rayons X, elle se désélectrise; certains tubes à vide imparfait sont aussi sensibles aux radiations que les lames d'aluminium ou d'or, les tubes à vide très parfaits sont moins sensibles.

Expérience : La cathode d'un tube de Crookes donnant la fluorescence verte, mais pas de rayons, se décharge librement de 3000 à 2000 volts en 285^{s}; soumise à l'action des rayons X, la décharge du tube de 1000 à 200 volts a lieu en 12 secondes. Aux potentiels élevés la décharge était trop rapide pour être mesurée.

L'effet des rayons X sur les tubes à vide partiel est de produire une déperdition rapide dans tous les sens. Ainsi en reliant les deux électrodes A et B d'un tube à vide partiel à deux électromètres, tous deux électrisés négativement, on obtient les résultats suivants pour la déperdition simultanée de deux électrodes, l'espace compris entre elles et les électrodes étant soumis à l'action des radiations.

Electrode A.	Electrode B.	Différence.	Rapport.
2700 volts	500	2200	5.4
2250 »	450	1800	5.0
2000 »	410	1590	4.9
1800 »	350	1450	5.1

Il semble, d'après ces chiffres, que la déperdition est à peu près proportionnelle au potentiel de corps électrisé.

Quelle est la cause de la déperdition de l'électricité sous l'action de rayons X ?

M. J.-J. Thomson [1] a montré par des expériences concluantes que tous les corps deviennent conducteurs quand les rayons X les traversent; cette opinion est aussi celle de M. Rœntgen [2] qui l'appuie de nombreuses preuves expérimentales; ces deux auteurs sont arrivés également à la conclusion que l'air, par exemple, soumis à l'action des rayons, conserve pendant quelque temps la propriété de décharger les corps électrisés.

Il en résulte que, dans toutes ces expériences, il ne suffit pas de se protéger par des écrans contre les phénomènes d'influence électrostatique, mais qu'il faut aussi prendre des précautions particulières pour se préserver des actions perturbatrices de l'air électrisé. Voici un certain nombre de faits qui confirment entièrement les opinions émises par MM. Rœntgen et J.-J. Thomson sur l'action des rayons X sur les corps électrisés.

Les corps isolants ou médiocres conducteurs deviennent de relativement bons conducteurs de l'électricité lorsqu'ils ont été soumis à l'action des rayons Rœntgen ; et ils conservent cette nouvelle propriété pendant quelque temps après que l'action des rayons a cessé. Les expériences suivantes le prouvent :

Exp. 1. Dans un tube en carton de 12^{mm} de diamètre et de 6 cent. de longueur, on a tassé un mélange de li-

[1] Société Royale de Londres, 13 février 1896; *Journal de physique*, t. V, 1896, p. 165.

[2] *Archives*, t. I. N° 52, 13 mai 1896.

maille d'aluminium et de paraffine en poudre; deux électrodes d'aluminium ou de cuivre, plantées dans des bouchons fixés aux extrémités de tube, appuient sur le mélange des poudres. Cet appareil à grande résistance est intercalé dans un circuit comprenant un téléphone et le fil induit d'une petite bobine d'induction de Dubois-Reymond; le fil inducteur est relié à la pile par le trembleur de la bobine. En écartant l'induit de l'inducteur, on arrive à une position où le téléphone cesse de reproduire le bruit du trembleur; en soumettant alors le tube à limaille et paraffine à l'action des rayons X, on constate immédiatement *après* cette action que le téléphone parle, c'est-à-dire reproduit le bruit du trembleur. Peu à peu, l'intensité du son diminue pour reprendre à chaque action nouvelle des rayons[1].

L'emploi d'un galvanomètre et d'un courant constant pour cette expérience n'a pas donné de résultats concluants, vu la difficulté qu'il y a à éviter de brusques variations de conductibilité dans le mélange.

Exp. 2. On remplace le tube à limaille par un condensateur formé d'une lame d'ébonite de 10 cent. de côté, sur les deux faces de laquelle on a collé des feuilles minces d'aluminium. La feuille A communique avec la bobine, B avec le téléphone, le second fil de la bobine va directement au téléphone. En soumettant à l'action des rayons X ce conducteur, le courant passe d'une feuille à l'autre à travers l'ébonite, et le téléphone parle; l'intensité du son s'affaiblit peu à peu après que l'action des rayons a cessé, l'ébonite reprend ses propriétés isolantes.

[1] Nous n'avons pas pu faire de mesures pendant l'action, l'audition étant gênée par le bruit de l'interrupteur Foucault.

Exp. 3. Une plaque de liège de 30 cent. de longueur sur 10 de largeur et 5^{mm} d'épaisseur est couverte, sur environ la moitié supérieure de l'une de ses faces, d'une feuille d'étain ; une seconde feuille couvre une surface égale de la moitié inférieure de l'autre face de la plaque de liège; cet appareil est intercalé sur le circuit du téléphone; en éclairant par les rayons X la région frontière, le courant traverse l'épaisseur du liège et passe d'une lame à l'autre; le téléphone parle, le son diminue assez rapidement, mais graduellement, après que l'action des rayons a cessé.

On peut simplifier cette expérience en plantant dans un bouchon deux fils de métal dont les extrémités en regard sont à quelques millimètres de distance dans le liège; cet interrupteur laisse passer le courant quand les rayons X agissent sur lui, mais il reprend vite ses propriétés isolantes vu sa faible masse.

Exp. 4 — On peut remplacer la plaque de liège de l'expérience 3 par une plaque d'ébonite; le résultat est qualitativement le même, mais l'ébonite conserve plus longtemps que le liège ses qualités conductrices.

Exp. 5.— On peut employer comme interrupteurs des tubes à vide partiel, ainsi des tubes de Geissler; leurs propriétés conductrices ne durent qu'un temps très court après l'extinction des rayons.

Revenons maintenant aux expériences de déperdition de feuilles d'aluminium collées sur l'ébonite, décrites au commencement de cette notice. En les répétant avec les mêmes appareils écran, etc., mais en fermant l'ouverture de la caisse avec une plaque d'ébonite couverte d'une feuille d'aluminium reliée au sol, nous avons obtenu les déperditions suivantes sous l'action de rayons Rœntgen seuls :

Temps	Elect. -|-	Elect. —	Elect. -|-
0	1000 v.	1000	1000
10	800	860	815
20	650	740	665
30	500	615	545
40	380	525	445
50	280	450	340
60	200	380	235

Dans cette série et dans d'autres semblables, le corps positif paraît se décharger plus vite que le négatif ; mais il faut remarquer que la feuille d'aluminium est collée sur l'ébonite qui se décharge avec elle et nous ne pouvons être sûr que l'électrisation positive ou négative ait pénétré également la plaque isolante; la masse d'électricité est ici inconnue.

Quant à la grande différence d'effet produit par les rayons dans les premières expériences que nous avons citées, elle nous paraît s'expliquer comme suit : On constate expérimentalement que le verre des tubes, produisant les rayons, s'électrise fortement; il est positif dans la région anticathodique; les rayons transportent par une sorte de convection cette électricité du verre sur les objets sur lesquels ils agissent; si l'objet est positif, ils tendent, comme rayons, à le décharger, mais ils lui apportent en même temps l'électricité positive de la région qu'ils ont quittée; de ce fait ces corps se déchargeront moins vite que s'ils sont négatifs.

Voici enfin une dernière expérience, la plus simple, qui montre bien l'effet des rayons X sur les isolants : Une bande d'ébonite de 4 c. de large sur 30 c. de long est couverte sur une face d'une bande d'étain de 3 c. de

largeur et occupant toute la longueur. Au moyen d'un canif on trace quelques traits fins à 1 mm. de distance au travers de l'étain ; le courant de la bobine d'induction ne franchit pas ces interruptions successives et le téléphone placé dans le circuit est muet. En éclairant par les rayons Rœntgen la région interrompue, le bruit du téléphone est perceptible; il est plus fort lorsque les rayons agissent sur la face ébonite de la bande que lorsqu'ils agissent sur la partie couverte d'étain ; les zones d'ébonite sont en effet, dans ce dernier cas, très étroites. Cet appareil est pour les rayons Rœntgen l'analogue de la cellule de sélénium pour les rayons lumineux ordinaires.

En résumé, toutes ces expériences confirment entièrement les résultats des belles recherches de MM. Rœntgen et J.-J. Thomsom; c'est à ce titre seulement qu'elles peuvent avoir quelque intérêt.

Laboratoire de physique, Lausanne, Mai 1896.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1895

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

A. KAMMERMANN

Astronome à l'Observatoire de Genève.

(*Suite et fin*[1]).

3° *Pression atmosphérique.*

Le baromètre normal de Noblet, nettoyé au mois de septembre 1892 et dont la correction est de $+ 0^{mm},43$, a servi comme d'habitude aux observations directes. Ses données ont été complétées par celles du baromètre enregistreur horaire de Hipp dont les constantes sont soigneusement déterminées chaque mois. Les indications du barographe Hipp sont utilisées pour compléter le cycle des observations tri-horaires durant la nuit, ainsi que pour obtenir les minima et maxima diurnes de la pression atmosphérique.

Un second baromètre à enregistrement continu de Redier fonctionne pour compléter ces indications en cas

[1] Voir *Archives*, t. I, mai 1896, p. 444.

d'accident et permet d'étudier la marche si curieuse de la pression atmosphérique pendant les orages.

L'altitude absolue de l'extrémité de la pointe d'ivoire du baromètre normal de Noblet est de $404^{m},91$.

Au Saint-Bernard, les lectures directes de la pression atmosphérique se font comme par le passé à un baromètre de B. Gourdon, donné le 21 juillet 1829 à l'Hospice par Auguste de la Rive, à l'occasion de la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles dans cette station. La correction de ce baromètre, réparé en 1891, est de — $0^{mm},20$.

Les observations directes sont complétées par un barographe horaire de Hottinger, lequel fournit les observations de 1 h. et de 4 h. du matin, ainsi que les minima et maxima diurnes.

Dans les deux stations la moyenne des 8 observations tri-horaires a été considérée comme moyenne diurne.

GENÈVE, 1895. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1894	729,02	+0,30	+0,13	+0,18	+0,58	-0,40	-0,64	-0,23	+0,05
Janvier 1895 .	718,59	-0,18	-0,18	-0,10	+0,44	-0,17	-0,07	+0,05	+0,23
Février	722,82	+0,15	-0,04	+0,09	+0,23	-0,25	-0,53	+0,01	+0,33
Mars	722,48	+0,50	+0,21	+0,23	+0,33	-0,29	-0,73	-0,30	+0,06
Avril	724,24	+0,07	-0,06	+0,35	+0,42	-0,10	-0,69	-0,34	+0,38
Mai	726,56	+0,23	+0,20	+0,52	+0,40	-0,22	-0,79	-0,47	+0,15
Juin	727,44	+0,37	+0,27	+0,51	+0,35	-0,25	-0,83	-0,60	+0,16
Juillet	727,34	+0,21	+0,22	+0,50	+0,34	-0,24	-0,79	-0,49	+0,24
Août.	728,67	+0,02	+0,12	+0,46	+0,55	-0,10	-0,64	-0,51	+0,10
Septembre . .	731,09	+0,15	+0,18	+0,68	+0,76	-0,12	-0,96	-0,67	-0,02
Octobre	724,99	+0,07	0,00	+0,20	+0,39	-0,35	-0,63	+0,01	+0,31
Novembre . . .	728,70	+0,37	+0,13	+0,04	+0,28	-0,42	-0,42	-0,07	+0,08
Hiver	723,50	+0,09	-0,03	+0,05	+0,42	-0,27	-0,41	-0,06	+0,20
Printemps. . .	724,43	+0,27	+0,12	+0,37	+0,38	-0,21	-0,74	-0,37	+0,20
Été	727,82	+0,20	+0,20	+0,49	+0,41	-0,20	-0,75	-0,53	+0,17
Automne . . .	728,22	+0,20	+0,11	+0,31	+0,48	-0,29	-0,67	-0,23	+0,13
Année	726,00	+0,19	+0,10	+0,31	+0,42	-0,24	-0,64	-0,30	+0,17

SAINT-BERNARD, 1895. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1894.	561,92	+0,31	+0,14	+0,03	+0,30	-0,15	-0,29	-0,21	-0,15
Janvier 1895 . .	551,42	+0,07	-0,13	-0,09	+0,14	-0,21	-0,11	+0,06	+0,24
Février	554,64	+0,08	-0,15	-0,20	-0,05	-0,15	-0,08	+0,17	+0,34
Mars	557,66	+0,29	-0,08	-0,27	+0,03	-0,07	-0,24	+0,07	+0,25
Avril	562,12	+0,10	-0,39	-0,37	-0,11	-0,02	-0,03	+0,31	+0,54
Mai.	565,00	+0,13	-0,38	-0,32	-0,10	0,00	+0,05	+0,23	+0,39
Juin	567,52	+0,14	-0,29	-0,22	-0,06	+0,03	0,00	+0,09	+0,34
Juillet	568,81	+0,21	-0,22	-0,20	-0,05	0,00	-0,08	+0,09	+0,27
Août	569,47	+0,04	-0,30	-0,28	-0,02	0,00	+0,06	+0,20	+0,31
Septembre . . .	572,36	+0,19	-0,05	-0,12	+0,02	-0,04	-0,17	-0,01	+0,19
Octobre.	562,83	+0,15	-0,32	-0,25	+0,04	-0,12	-0,08	+0,22	+0,32
Novembre . . .	566,34	+0,27	-0,02	-0,12	+0,16	-0,10	-0,22	-0,04	+0,06
Hiver	556,04	+0,16	-0,04	-0,08	+0,14	-0,17	-0,16	0,00	+0,14
Printemps . . .	561,59	+0,17	-0,28	-0,32	-0,06	-0,03	-0,07	+0,20	+0,39
Été	568,61	+0,13	-0,27	-0,23	-0,04	+0,01	0,00	+0,13	+0,31
Automne	567,13	+0,20	-0,13	-0,16	+0,07	-0,09	-0,16	+0,06	+0,19
Année	563,37	+0,17	-0,18	-0,20	+0,03	-0,07	-0,10	+0,10	+0,26
Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :									
Hiver	167,46	-0,07	+0,01	+0,13	+0,28	-0,10	-0,25	-0,06	+0,06
Printemps . . .	162,84	+0,10	+0,40	+0,69	+0,44	-0,18	-0,67	-0,57	-0,19
Été	159,21	+0,07	+0,47	+0,72	+0,45	-0,21	-0,75	-0,66	-0,14
Automne	161,09	0,00	+0,24	+0,47	+0,41	-0,20	-0,51	-0,29	-0,06
Année	162,63	+0,02	+0,28	+0,51	+0,39	-0,17	-0,54	-0,40	-0,09

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes déduites pour Genève des 40 années d'observations: 1836 à 1875 et pour le Saint-Bernard des 27 années : 1841 à 1867, on trouve les écarts suivants :

Epoque.	ÉCARTS		
	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1894 ...	+ 1,06	— 0,40	+ 1,46
Janvier 1895.....	— 8,78	— 9,07	+ 0,29
Février.....	— 4,02	— 5,60	+ 1,58
Mars.....	— 2,55	— 2,05	— 0,50
Avril.....	— 0.53	+ 0,49	— 1,02
Mai.....	+ 1,32	+ 1,16	+ 0,16
Juin.....	+ 0,25	+ 0,41	— 0,16
Juillet.....	— 0,31	+ 0,33	— 0,64
Août.....	+ 1,01	+ 1,07	— 0,06
Septembre.....	+ 3,46	+ 4.91	— 1,45
Octobre.....	— 1,51	— 1,77	+ 0,26
Novembre.....	+ 2,85	+ 4,31	— 1,46
Année.....	— 0,64	— 0,51	— 0,13

La hauteur barométrique moyenne est inférieure à la valeur normale dans les deux stations : à Genève de $0^{mm},64$ et au Saint-Bernard de $0^{mm},51$. Le signe des écarts est concordant dans les deux stations, sauf pour les mois de décembre, avril et juillet. Ce signe est positif à Genève et négatif au Saint-Bernard en décembre 1894, tandis que le contraire a lieu en avril et en juillet.

Les signes des écarts se répartissent d'une façon égale à Genève dans le courant de l'année : les mois de janvier à avril, ainsi que juillet et octobre présentent des écarts négatifs ; les 6 autres mois possèdent des écarts positifs. Au Saint-Bernard on rencontre 5 écarts négatifs, décembre à mars, ainsi qu'octobre, contre 7 écarts positifs.

L'écart négatif le plus fort dans les deux stations est celui de janvier ; à Genève il atteint — $8^{mm},78$ et au Saint-Bernard — $9^{mm},07$; ensuite vient un autre écart négatif très fort, celui de février : Genève — $4^{mm},02$; Saint-Bernard — $5^{mm},60$. On ne rencontre dans tout le courant du mois de janvier qu'un seul écart positif à Genève et deux seulement au Saint-Bernard. L'écart positif le plus fort a lieu dans les deux stations au mois de septembre, où il est respectivement de + $3^{mm},46$ et $4^{mm},91$; ensuite vient le mois de novembre où il est de + $2^{mm},85$ dans la station de la plaine et de + $4^{mm},31$ dans celle de la montagne. A Genève, comme au Saint-Bernard, on ne rencontre qu'un seul écart négatif durant tout le mois de septembre.

Parmi les différences relatives des écarts de Genève et du Saint-Bernard, on en trouve 7 négatives, celles des mois de mars, avril, juin à septembre et novembre, contre 5 positives. Les différences relatives ont été plutôt faibles ; la plus forte négative, en novembre, est de — $1^{mm},46$ et la plus forte positive, en février, est de + $1^{mm},58$.

Avec les données suivantes pour l'année 1895 : $726^{mm},00$ et $563^{mm},37$ pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, + 9°,14 et — 1°,76 pour la température moyenne, 0,76 et 0,80 pour la fraction moyenne de saturation, on trouve, d'après les tables hypsométriques de E. Plantamour, $2066^{m},2$ pour la différence d'altitude entre les deux stations. Le nivellement direct avec le niveau à lunette a donné $2070^{m},3$.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans chaque station, soit que l'on considère l'écart entre la

hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la valeur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les minima et les maxima absolus tels qu'ils ont été obtenus au moyen des barographes.

GENÈVE, 1895. — Pression atmosphérique.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1894 .	12	19	5	± 5,08	-15,83 le 30	+11,13 le 26	± 2,58	-12,01 le 30	+ 5,34 le 23
Janv. 1895.	30	1	2	9,25	-16,45 le 15	+ 0,49 le 19	3,20	-10,56 le 3	+ 8,37 le 18
Février . .	21	7	6	4,94	-13,80 le 6	+ 4,08 le 23	3,17	- 7,53 le 11	+ 9,48 le 13
Mars	19	12	4	5,35	-13,79 le 12	+ 7,58 le 15	3,04	- 8,84 le 25	+10,78 le 14
Avril	17	13	7	3,23	- 7,49 le 1	+ 6,36 le 10	2,53	- 5,53 le 7	+ 6,30 le 4
Mai	11	20	2	4,45	- 8,02 le 16	+ 9,44 le 2	1,82	- 7,04 le 16	+ 5,69 le 26
Juin	13	17	7	2,38	- 5,60 le 19	+ 7,25 le 23	1,57	- 2,68 le 18	+ 6,31 le 20
Juillet . . .	18	13	4	1,78	- 4,74 le 28	+ 4,01 le 3	1,42	- 3,11 le 28	+ 3,88 le 2
Août	12	19	1	2,83	- 8,02 le 4	+ 6,23 le 29	1,40	- 3,74 le 4	+ 3,91 le 5
Septembre.	1	29	2	3,76	- 0,53 le 10	+ 8,88 le 23	1,00	- 2,10 le 10	+ 3,02 le 21
Octobre . .	16	15	6	4,67	-14,83 le 24	+ 7,13 le 12	3,19	- 7,60 le 8	+ 7,71 le 10
Novembre .	8	22	5	4,78	-10,20 le 24	+ 9,41 le 1	3,02	-13,39 le 23	+ 7,78 le 26
Année . . .	178	187	51	± 4,38	-16,45 le 15 javvier 1895.	+11,13 le 26 déc. 1894.	± 2,33	-13,39 le 23 nov. 1895.	+10,78 le 14 mars 1895.

SAINT-BERNARD, 1895. — Pression atmosphérique.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. . 1894	13	18	7	± 4,30	-15,82 le 30	+ 8,91 le 26	± 2,58	-11,04 le 30	+ 4,10 le 10
Janvier 1895	29	2	2	9,79	-16,08 le 7	+ 2,46 le 19	1,88	- 6,98 le 3	+ 5,90 le 18
Février . . .	24	4	2	5,75	-12,76 le 6	+ 2,36 le 21	2,10	- 4,80 le 11	+ 4,78 le 20
Mars	19	12	4	4,68	-13,02 le 3	+ 4,89 le 18	2,60	- 7,93 le 25	+ 6,77 le 1
Avril	15	15	9	3,07	- 5,61 le 2	+ 9,09 le 11	2,39	- 4,27 le 12	+ 6,92 le 9
Mai	11	20	2	4,86	-12,73 le 17	+ 8,92 le 2	2,16	-11,34 le 16	+ 4,40 le 26
Juin	15	15	6	1,85	- 2,40 le 11	+ 6,33 le 23	1,20	- 2,97 le 6	+ 4,70 le 21
Juillet	15	16	7	1,54	- 3,83 le 13	+ 4,54 le 25	1,30	- 3,78 le 5	+ 3,22 le 24
Août	15	16	3	3,00	- 8,12 le 4	+ 7,11 le 29	1,15	- 3,35 le 4	+ 3,13 le 6
Septembre .	1	29	2	5,25	- 0,32 le 14	+10,15 le 23	0,93	- 2,19 le 10	+ 2,90 le 22
Octobre* . .	19	11	7	3,85	-10,02 le 24	+ 7,20 le 13	2,36	- 5,95 le 8	+ 4,99 le 11
Novembre. .	5	25	6	5,27	- 9,52 le 24	+10,59 le 7	2,71	-11,17 le 23	+ 7,56 le 26
Année. . . .	181	183	57	± 4,43	-16,08 le 7 janvier 1895.	+10,59 le 7 nov. 1895.	± 1,95	-11,34 le 16 mai 1895.	+ 7,56 le 26 nov. 1895.

* L'écart est nul le 30 octobre 1895.

A Genève, le maximum moyen est de 741^{mm},03 et le minimum moyen de 705^{mm},05 ; les mêmes valeurs pour l'année 1895 sont de 740^{mm},32 observé le 26 décembre 1894 et de 708^{mm},17, observé le 24 octobre 1895. Le 16 janvier on avait observé un minimum qui se rapproche beaucoup de cette dernière valeur, soit 708^{mm},34. Notons en passant que la date moyenne du maximum annuel est le 13 janvier et celle du minimum annuel le 22 janvier. L'amplitude de l'excursion barométrique dans le courant de l'année 1895 est donc de 32^{mm},15 au lieu de 35^{mm},98, amplitude normale.

Au Saint-Bernard, le point le plus bas atteint par le baromètre est de 543^{mm},76 observé le 30 décembre 1894 et le point le plus haut de 576^{mm},80, le 23 septembre 1895 ; les dates ne correspondent pas dans les deux stations, surtout en ce qui concerne les maxima. L'amplitude de l'excursion barométrique à la montagne est donc de 33^{mm},04, soit de 0^{mm},89 supérieure à celle observée dans la station de la plaine.

A la date du maximum de la plaine, le 26 décembre 1894, le plus haut point atteint par le baromètre au Saint-Bernard n'est que de 571^{mm},25 et ne vient qu'en 8e rang. Le 23 septembre 1895 le baromètre montait à Genève à 576^{mm},80 et occupe le second rang parmi les maxima de la plaine.

GENÈVE, 1895.

Époque.	Minimum. absolu.	Date.	Maximum. absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1894.	710,01	le 30	740,32	le 26	30,31
Janv. 1895.	708,34	le 16	729,81	le 19	21,47
Février ...	711,03	le 11	731,76	le 23	20,73
Mars	710,44	le 12	733,13	le 15	22,69
Avril.....	715,70	le 1	732,46	le 30	16,76
Mai	716,24	le 16	735,20	le 2	18,96
Juin.....	719,52	le 19	735,06	le 23	15,54
Juillet	720,97	le 28	732,21	le 3	11,24
Août	718,96	le 4	735,16	le 29	16,20
Septembre.	725,07	le 10	737,08	le 23	12,01
Octobre...	708,17	le 24	734,48	le 12	26,31
Novembre.	712,88	le 23	736,90	le 1	24,02
Année....	708,17	le 24 oct. 1895.	740,32	le 26 déc. 1894.	32,15

SAINT-BERNARD, 1895.

Époque.	Minimum. absolu.	Date.	Maximum. absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1894..	543,76	le 30	571,25	le 26	27,49
Janv. 1895.	544,00	le 7	563,85	le 19	19,85
Février ...	546,60	le 6	562,75	le 21	16,15
Mars	545,10	le 4	566,25	le 24	21,15
Avril.....	554,35	le 2	570,98	le 10	16,63
Mai	549,70	le 17	572,18	le 1	22,48
Juin.....	562,85	le 8	574,30	le 24	11,45
Juillet	563,40	le 13	573,83	le 25	10,43
Août	559,60	le 4	575,79	le 29	16,19
Septembre.	566,00	le 14	576,80	le 23	10,80
Octobre...	552,25	le 24	572,38	le 13	20,13
Novembre.	551,05	le 24	573,98	le 7	22,93
Année....	543,76	le 30 déc. 1894.	576,80	le 23 sept. 1895.	33,04

GENÈVE, 1895. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	1 h. m	4h.m.	7h.m.	10h.m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10h.s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1894 .	873	887	887	823	741	762	819	857	831	460	1000, 4 fois
Janvier 1895	935	945	938	911	865	892	921	923	916	530	1000, 15 »
Février. .	945	950	952	913	869	884	911	932	919	590	1000, 7 »
Mars	844	865	843	724	675	666	722	797	767	360	1000, 1 »
Avril	794	825	810	656	551	525	632	749	693	290	990,
Mai	802	830	779	626	533	523	665	781	692	310	980,
Juin	774	817	766	636	559	512	612	712	673	190	980,
Juillet . . .	709	740	717	559	477	444	576	695	615	210	990,
Août	799	826	798	631	508	497	619	756	679	270	980,
Septembre .	823	860	847	627	545	521	661	773	707	350	990,
Octobre . .	805	837	841	705	598	627	767	802	748	360	1000, 9 fois
Novembre .	906	915	912	861	769	804	834	881	860	410	1000, 33 »
Hiver. . . .	916	927	925	881	824	845	883	903	888	460	1000, 26 fois
Printemps .	813	841	811	669	587	572	673	776	718	290	1000, 1 »
Été	760	794	760	608	514	484	602	721	656	190	990,
Automne . .	845	870	866	731	637	650	754	818	771	350	1000, 42 »
Année . . .	833	857	840	721	639	637	727	804	757	190	1000, 69 fois

4° *Humidité de l'air.*

L'humidité de l'air est fournie par la fraction de saturation seule, sans tenir compte de la tension de la vapeur d'eau. Pour pouvoir comparer approximativement les cas de saturation pendant l'année 1895 avec l'ancien système des observations bi-horaires, on a eu recours à la fréquence relative de saturation, soit au rapport entre le nombre des cas de saturation observés dans le courant du mois, et le nombre total d'observations. Ce procédé n'est évidemment pas très exact; mais comme il ne s'agit en somme que de cas accidentels, nous nous en contentons pour avoir une idée approximative de cette valeur comparée aux chiffres donnés par E. Plantamour.

Le tableau suivant fournit les écarts de la fraction de saturation et de la fréquence relative de la saturation avec la normale.

GENÈVE 1895.

	Fraction de saturation.		Fréquence relative de la saturation.	
	Moyennes	Écarts 1895	Moyennes	Écarts 1895
				mm
Décembre 1894..	865	— 34	0,147	— 0,131
Janvier 1895....	857	+ 59	0,145	— 0,085
Février.....	819	+100	0,096	— 0,065
Mars.....	754	+ 13	0,039	— 0,035
Avril.....	697	— 4	0,016	— 0,016
Mai.....	704	— 12	0,016	— 0,016
Juin.....	698	— 25	0,010	— 0,010
Juillet.....	679	— 64	0,006	— 0,006
Août.....	710	— 31	0,009	— 0,009
Septembre.....	770	— 63	0,025	— 0,025
Octobre.....	831	— 83	0,083	— 0,047
Novembre.....	833	+ 27	0,067	+ 0,071
Année.....	768	— 11	0,055	— 0,031

Comme on le voit par le tableau précédent, l'année 1895 a été encore sèche comme les précédentes depuis 1891 et cela soit sous le rapport de la fraction de saturation, soit sous celui beaucoup moins important de la fréquence de la saturation. Le déficit de la fraction de saturation est cependant peu élevé, 1,1 °/₀, surtout si l'on considère qu'il n'y a dans l'année que 4 mois humides. Ce sont ceux de janvier, février, mars et novembre. Les deux premiers sont surtout remarquables sous ce rapport ; janvier présente une fraction moyenne de saturation qui dépasse la normale de 5,9 °/₀ et février de 10,0 °/₀. Parmi les mois très secs, on peut citer ceux de juillet, de septembre et d'octobre qui présentent des déficits de 6,4 °/₀, 6,3 °/₀ et enfin de 8,3 °/₀.

La plus faible fraction de saturation constatée dans le courant de l'année 1895 est de 19 °/₀ le 25 juin; le minimum absolu moyen d'une année est de 20,2 °/₀.

On n'a observé aucun cas de saturation pendant les 8 observations diurnes durant les mois d'avril à septembre.

5° *Vents.*

Les observations des vents ont été faites comme par le passé de deux manières différentes : 1° à la girouette ordinaire avec estimation de la force du vent en employant la demi-échelle de Beaufort allant de 0 à 6 ; 2° au moyen de l'anémographe de MM. Richard frères enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent.

Dans la demi-échelle de Beaufort 0 représente un calme plat et 6 un ouragan démolissant cheminées, toitures, brisant de gros arbres, etc. Cette dernière force est

exceptionnelle dans nos contrées et n'a pas été notée dans le courant de l'année 1895.

Les tableaux suivants donnent mois par mois, de même que pour l'année entière, le nombre total des calmes plats, ainsi que le nombre de fois où le vent a été observé avec la force 1 ou plus dans chacune des 16 directions de la rose des vents, et les résultats que l'on peut tirer de ce tableau au point de vue de la résultante finale.

Vents observés à Genève dans l'année 1895.

	Décemb. 1894.	Janvier 1895.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme..	120	108	85	85	65	74	64	69	87	103	83	106	1049
N.....	3	4	13	15	54	38	36	25	24	37	6	14	269
NNE...	29	45	85	39	56	60	50	38	29	39	74	26	570
NE....	8	4	6	0	0	0	0	0	0	5	6	3	32
ENE...	8	2	2	3	0	3	2	0	3	2	6	2	33
E.....	3	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	5	15
ESE...	0	0	0	0	2	2	2	2	0	1	1	0	10
SE.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE....	0	0	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	7
S.....	5	1	2	2	1	3	1	0	0	0	3	4	22
SSW...	15	27	5	52	26	22	29	65	43	4	58	31	377
SW....	1	4	3	1	4	1	3	6	3	0	6	5	37
WSW..	3	3	0	9	3	6	5	9	9	1	13	7	68
W.....	0	4	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	8
WNW..	0	2	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	9
NW....	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	5
NNW..	4	1	2	3	2	5	5	6	3	4	1	2	38

ÉPOQUE	RAPPORT Vents NE. à SW.	RÉSULTANTE Direction.	RÉSULTANTE Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1894...	1,90	N 37°,3 E	14,5	64,5
Janvier 1895.....	1,66	N 7,5 E	11,4	58,1
Février	10,40	N 21,1 E	56,8	50,6
Mars.....	0,98	N 86,7 W	9,0	45,7
Avril	3,55	N 3,5 E	43,4	36,1
Mai.....	3,77	N 6,7 E	39,7	39,8
Juin.....	2,61	N 5,3 E	30,9	40,0
Juillet	0,90	S 75,8 W	12,3	37,1
Août.....	1,15	N 58,2 W	9,6	46,8
Septembre.....	20,25	N 11,5 E	44,2	57,2
Octobre	1,28	N 0,7 E	8,4	44,6
Novembre.....	1,08	N 48,2 W	2,5	58,9
Année.....	2,00	N 4,0 E	20,1	47,9

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Sud.
Décembre 1894 ...	2	0
Janvier 1895.....	4	4
Février.....	6	1
Mars.....	5	6
Avril.....	5	3
Mai.....	7	2
Juin.....	6	4
Juillet.....	2	9
Août.....	3	3
Septembre.....	6	1
Octobre.....	6	6
Novembre.....	1	5
Hiver.....	12	5
Printemps.....	17	11
Été.....	11	16
Automne.....	13	12
Année.....	53	44

Le tableau précédent donne le relevé des jours de forte bise et de fort vent du midi. Le nombre moyen des jours de forte bise dans l'année normale est de 42 et celui de fort vent du midi de 44. Les chiffres correspondants pour l'année 1895 sont de 53 et de 44. Le nombre des jours de fort vent du midi a donc été normal, tandis qu'il y a eu augmentation de 11 jours de forte bise sur la moyenne.

L'anémographe Richard a bien fonctionné depuis que le mode des contacts dans le compteur de tours a été transformé. Un nettoyage du contact et du mouvement tous les six mois suffit pour obtenir un bon enregistrement.

Les vitesses moyennes du vent, exprimées en kilomè-

tres par heure, ont été les suivantes pour chaque mois de l'année 1895 :

	Km. p. h.		*Km. p. h.*
Décembre	5.49	Juin	6.03
Janvier	6.89	Juillet	7.01
Février	7.89	Août	5.87
Mars	6.92	Septembre	3.97
Avril	6.66	Octobre	7.51
Mai	6.04	Novembre	5.30

On voit par ce relevé que le mois le moins venteux est celui de septembre avec une vitesse moyenne de 3.97 km. par heure ; l'intensité du vent en février atteignait un peu plus du double de cette valeur, soit 7.89 km. à l'heure.

Nous donnons, comme précédemment, le relevé des jours pour lesquels la vitesse moyenne du vent a dépassé 25 km. à l'heure. Le voici :

		Km. p. h.			*Km. p. h.*
Décembre	1	29.0	Avril	14[1]	31.6
Janvier	29	30.8	Octobre	17	27.7
Février	17	34.4	Octobre	18	26.7

On voit que le maximum de la vitesse moyenne a été atteint le 17 février 1895 avec 34.4 km. par heure. Rappelons que la vitesse moyenne de la fameuse bise du 1er octobre 1894, était de 40,2 km. par heure, mais a atteint au moment de sa plus grande intensité une valeur de 90 km. par heure. Le 17 février 1895, la bise était violente, mais continue, et lors de sa plus grande

[1] C'est par erreur que la vitesse de la bise du 14 avril a été indiquée comme étant de 39.6 km. dans le résumé mensuel, il faut lire 31.6.

vitesse, vers 1 $^1/_2$ h. du soir, elle n'a pas dépassé le chiffre de 55 km. à l'heure.

Il est regrettable qu'il faille accepter les chiffres fournis par l'anémographe tels quels; mais nous n'avons aucun moyen de contrôle et ne pouvons établir un manège spécial pour le vérifier quelquefois dans l'année, comme cela serait nécessaire.

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1895 sont:

	VENTS.			RÉSULTANTE.		
ÉPOQUE.	NE.	SW.	Rapport.	Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1894.	180	45	4,00	N 45°E	72,6	0,0
Janv. 1895.	131	103	1,27	N 45 E	15,0	0,0
Février...	127	65	1,95	N 45 E	36,9	0,0
Mars.....	131	97	1,35	N 45 E	18,3	0,0
Avril.....	121	73	1,66	N 45 E	26,7	0,0
Mai.....	125	95	1,32	N 45 E	16,1	0,0
Juin.....	101	87	1,16	N 45 E	7,8	0,0
Juillet....	125	68	1,84	N 45 E	30,7	0,0
Août.....	125	63	1,98	N 45 E	33,3	0,0
Septembre.	130	54	2,41	N 45 E	42,2	0,0
Octobre ..	127	79	1,61	N 45 E	25,8	0,0
Novembre.	62	140	0,44	S 45 W	43,3	0,0
Année....	1485	969	1,53	N 45° E	23,6	0,0

6° *Pluie ou neige dans l'année 1895.*

ÉPOQUE.	GENÈVE.			SAINT-BERNARD		
	Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.	Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Hauteur de la neige m
Décemb. 1894.	12	31,8	49	8	71,4	1,07
Janvier 1895..	19	97,3	90	13	86,1	1,50
Février.....	11	81,0	83	6	47,1	0,75
Mars.....	12	68,5	61	12	147,1	1,79
Avril.....	10	55,2	51	9	94,5	0,68
Mai.....	16	48,1	40	7	87,5	0,43
Juin.....	15	54,5	36	14	131,4	0,00
Juillet.....	8	64,6	27	6	80,2	0,00
Août.....	12	63,2	31	6	108,0	0,30
Septembre....	1	16,9	2	0	0,0	0,00
Octobre.....	14	120,5	74	10	186,6	0,53
Novembre....	16	179,1	94	8	194,1	0,85
Hiver.....	42	210,1	222	27	204,9	3,32
Printemps....	38	171,8	152	28	329,1	2,90
Été.....	35	182,3	94	26	319,6	0,30
Automne.....	31	316,5	170	18	380,7	1,38
Année.....	146	880,7	638	99	1234,3	7,90

La comparaison de l'année 1895 avec la moyenne des 50 années 1826 à 1885 pour Genève, et avec celle des 27 années 1848 à 1867 pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie et pour la quantité d'eau tombée :

ÉPOQUE	ÉCARTS A GENÈVE Jours de pluie.	ÉCARTS A GENÈVE Eau tombée. mm	ÉCARTS AU ST.-BERNARD Jours de pluie.	ÉCARTS AU ST.-BERNARD Eau tombée. mm
Décembre 1894.	+ 3	— 19,2	0	— 1,7
Janvier 1895...	+ 9	+ 48,6	+ 2	— 43,0
Février	+ 3	+ 44,5	— 3	— 46,2
Mars	+ 2	+ 21,2	0	+ 50,2
Avril	0	— 1,6	— 2	— 25,6
Mai	+ 4	— 31,0	— 4	— 32,6
Juin	+ 4	— 21,5	+ 4	+ 30,1
Juillet	— 1	— 6,2	— 3	+ 5,1
Août	+ 2	— 17,2	— 3	+ 22,2
Septembre.....	— 9	— 77,3	— 9	—116,0
Octobre.....	+ 2	+ 19,5	0	+ 44,3
Novembre.....	+ 5	+105,1	— 2	+ 95,6
Hiver.....	+15	+ 73,9	— 1	— 90,9
Printemps.....	+ 6	— 11,4	— 6	— 8,0
Été.....	+ 5	— 44,9	— 2	+ 57,4
Automne	— 2	+ 47,3	—11	+ 23,9
Année	+24	+ 64,9	—20	— 17,6

L'année 1895, prise dans son ensemble, a été plutôt humide à Genève, puisqu'on y rencontre un excédent de 24 jours de pluie et de 64^{mm}9 dans la quantité d'eau tombée. Le nombre de jours de pluie n'est cependant pas un critère très certain, car il y a des jours où la pluie récoltée est très faible ou même insignifiante. Ainsi en 1895 on rencontre 49 jours pour lesquels la hauteur de la pluie n'atteignait pas 1 mm., et sur ces 49 jours il y en a 27 qui n'ont eu que des chutes insignifiantes, soit 0^{mm}2 au maximum.

Sur les douze mois de l'année cinq seulement sont humides : ce sont ceux de janvier, février, mars, octobre et novembre. Ce dernier mois présente à lui seul un excédent de pluie qui atteint le chiffre considérable de

105^{mm}1, sur la normale. Parmi les mois secs, il faut citer celui de septembre qui n'a qu'un seul jour de pluie avec 16^{mm}9 d'eau récoltée au pluviomètre, et présente ainsi un déficit de 77^{mm}3 sur la normale.

Parmi les saisons, l'hiver et l'automne sont humides, tandis que le printemps et l'été sont secs.

Au Saint-Bernard, l'année 1895 a été sèche; on y trouve un déficit de 20 jours de pluie et de 17^{mm}6 dans la précipitation atmosphérique. Le mois le plus humide est celui de novembre qui présente un excédent de 95^{mm}6 dans la quantité d'eau récoltée. Pendant tout le mois de septembre, il n'est pas tombé une goutte d'eau dans cette station de montagne, de sorte que le déficit sur la normale est de 116^{mm}0. Pendant les mois de janvier et de février, la neige était tombée en abondance dans la plaine; à la montagne on trouve pour les deux mêmes mois un déficit marqué pour la quantité de la précipitation atmosphérique.

Les saisons se répartissent d'une façon différente au Saint-Bernard qu'à Genève; l'hiver et le printemps sont secs, tandis que l'été et l'automne sont humides.

La hauteur totale de la neige tombée au Saint-Bernard s'élève à 7^{m}90.

A Genève, la quantité de neige tombée s'élève à 172^{cm}, quantité exceptionnelle qui n'avait pas été observée depuis l'année 1785. A cette époque on peut évaluer la hauteur mesurée à 2^{m}60. Les 172^{cm} observés en 1895 se répartissent comme suit : décembre 1894; 14^{cm}4; janvier 1895; 48^{cm}0; février 108^{cm}6 et mars 10^{cm}.

La plus forte chute de neige s'est produite les 25 et 26 février, donnant une hauteur de 71^{cm},5 de neige cor-

respondant à 53^{mm},0 d'eau tombée ; la durée totale de cette chute de neige peut être évaluée à 34 heures.

Le pluviographe n'a pas pu enregistrer d'une façon fidèle cette remarquable chute de neige. Voici par contre le relevé des plus fortes chutes de pluie qui se sont produites durant un court espace de quelques minutes.

	mm.		min.	mm. par min.		mm.		min.	mm. p. min.
24 avril	5.0	en	4	1.25	11 septembre	8.4	en	6	1.40
1 juin	1.3	»	3	0.43	4 octobre	3.0	»	5	0.60
15 juin	6.1	«	10	0.61					

L'instrument était en réparation pendant les fortes pluies des 2 et 3 novembre.

Nous donnons, dans le tableau suivant, le résumé des observations pluviométriques faites dans le courant de l'année 1895 par les zêlés observateurs volontaires qui ont continué à prêter leur concours à l'établissement d'une carte pluviographique du canton de Genève. C'est la première année complète que nous possédions jusqu'ici.

STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DU CANTON DE GENÈVE

Observateurs MM. :	Sécheron Ph. Plantamour	Céligny Ch. Pesson	Cologny R. Gautier	Jussy M. Micheli	Observatoire	Compesières Ch. Raymond	Athenaz J.-J. Decor	Satigny J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1894	42.5	52.1	27.2	22.0	31.8	29.4	35.5	63.2
Janvier 1895	109.0	101.7	79.6	64.5	97.3	93.1	88.5	103.6
Février	103.5	82.5	78.3	(68.2)	81.0	107.5	79.0	98.0
Mars	75.5	100.3	58.2	63.5	68.5	68.7	73.3	95.9
Avril	52.0	49.1	56.4	65.0	55.2	38.0	26.0	60.5
Mai	47.5	45.1	40.8	47.0	48.1	60.0	64.0	58.0
Juin	58.0	36.8	48.1	59 5	54.5	63.5	48.0	59.8
Juillet	67.0	50.3	58.1	61.5	64.6	55.0	65.8	66.5
Août	58.0	57.0	57.8	67.5	63.2	64.5	55.8	53.9
Septembre	11.5	7.5	17.1	26.0	16.9	16.8	6.0	5.5
Octobre	117.5	117.8	111.1	123.0	120.5	122.0	103.5	133.1
Novembre	174.0	186.7	154.0	140.5	179.1	175.0	193.0	206.7
Année	916.0	886.9	786.7	(808.2)	880.7	893 5	838.4	1004.7

Le tableau suivant donne pour chaque mois à Genève les plus longues périodes de sécheresse, ou jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou jours consécutifs de pluie.

La plus longue période de sécheresse à Genève en 1895 est de 19 jours et s'étend du 12 au 30 septembre; immédiatement après vient une période de 16 jours qui va du 26 août au 10 septembre. Durant la période du 15 août au 30 septembre, qui comprend 47 jours, il n'est tombé que deux fois de la pluie, soit le 25 août et le 11 septembre ; la durée totale de ces deux chutes n'a été que de 6 heures.

La plus longue période pluvieuse est de 8 jours et se retrouve deux fois dans le courant de l'année, soit du 20 au 27 janvier et du 31 mai au 7 juin. Le tableau indique également le nombre des cas dans lesquels la pluie, dans les 24 heures, était très faible, au-dessous de 1^{mm} ou presque insignifiante, au-dessous d'un quart de millimètre. Ces chiffres sont respectivement de 49 et de 27.

On trouve également parmi les données de ce tableau la quantité maximum de pluie recueillie dans les 24 heures pour chacun des mois, et le nombre de jours de pluie très abondante, la quantité de pluie dépassant trois centimètres. Ce cas s'est présenté 6 fois en 1895 aux dates suivantes : 16 janvier : $35^{mm},2$; 25 février : $30^{mm},0$; 31 juillet: $31^{mm},2$; 2 novembre : $40^{mm},6$; 3 novembre : $53^{mm},9$ et 23 novembre : $30^{mm},5$.

Époque.	Périodes de sécheresse	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm,0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3cm
					mm	
Décemb. 1894	6 jours (9-14)	6 jours (29 déc.-3 janv.)	3	1	5,3 les 19 et 30	0
Janvier 1895 .	3 » (10-12)	8 » (20-27)	7	3	35,2 le 16	1
Février.....	8 » (17-24)	2 »	3	2	30,0 le 25	1
Mars.....	9 » (11-18)	7 » (24-30)	5	2	24,5 le 28	0
Avril.....	9 » (8-16)	4 » (23-26)	2	1	19,7 le 25	0
Mai.....	5 » (30 avril-4 mai)	5 » (5-9)	6	4	9,2 le 21	0
Juin	8 » (21-28)	8 » (31 mai-7 juin)	7	5	12,2 le 1	0
Juillet.....	10 » (2-11)	2 »	1	0	31,2 le 31	1
Août.....	10 » (15-24)	7 » (31 juillet-6 août)	3	1	17,9 le 4	0
Septembre....	19 » (12-30)	1 »	0	0	16,9 le 11	0
Octobre.....	6 » (17-22)	5 » (1-5)	6	3	23,4 le 8	0
Novembre....	4 » (16-19)	6 » (8-13)	6	5	53,9 le 3	3
Année.....	19 jours (12-30 sept. 1895)	8 jours (20-27 janv.; 31 mai-7 juin)	49	27	53,9 le 3 nov.	6

Il est intéressant d'éliminer la durée inégale des mois pour pouvoir les comparer entre eux quant aux caractères de la précipitation. On trouve ainsi dans le tableau suivant pour chaque mois : la durée relative de la pluie, soit la fraction donnant le rapport du nombre d'heures de pluie au nombre total d'heures du mois ; le nombre moyen d'heures que la pluie a duré, soit le rapport du nombre total d'heures de pluie au nombre de jours de pluie ; enfin l'intensité de la pluie, soit le rapport de la quantité totale d'eau tombée dans le mois au nombre d'heures de pluie. Ce relevé a été fait également pour les saisons et pour l'année entière.

GENÈVE

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1894	0,066	4,08	0mm,65
Janvier 1895.....	0,121	4,74	1,08
Février	0,124	7,55	0,98
Mars	0,082	5,08	1,12
Avril	0,071	5,10	1,08
Mai	0,054	2,50	1,20
Juin	0,050	2,40	1,51
Juillet	0,036	3,37	2,39
Août	0,042	2,58	2,04
Septembre	0,003	2,00	8,45
Octobre	0,099	5,29	1,63
Novembre	0,131	5,88	1,91
Hiver	0,103	5,29	0,95
Printemps	0,069	4,00	1,13
Été	0,043	2,69	1,94
Automne	0,078	5,48	1,86
Année	0,073	4,37	1,38

Le tableau suivant fournit le nombre de jours d'orage à Genève, ainsi que celui des jours où des éclairs ont été

vus à l'horizon, sans que le tonnerre fût entendu. Le nombre moyen des jours de tonnerre à Genève est de 25 d'après la moyenne des 30 années 1846 à 1875. En 1895 ce chiffre n'est que de 21.

ÉPOQUE.	GENÈVE	
	Jours de tonnerre.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1894	0	0
Janvier 1895.....	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	1
Mai	2	1
Juin	5	5
Juillet	5	3
Août	4	1
Septembre.....	2	2
Octobre.....	1	0
Novembre.....	1	0
Année	21	13

7° *Nébulosité.*

Il nous reste à résumer les observations de la nébulosité dans les deux stations, la nébulosité étant figurée par une fraction représentant la partie du ciel recouverte par les nuages et pouvant varier de 0.0 à 1.0. Les jours sont classés en jours « clairs, peu nuageux, très nuageux et couverts », suivant que la nébulosité moyenne était inférieure aux limites de 0.25, 0.50, 0.75 et 1.00. On trouve en moyenne à Genève 67 jours clairs, 62 jours peu nuageux, 71 jours très nuageux et 165 jours couverts, tandis que les chiffres correspondants pour l'année 1895 sont de 86, 46, 61 et 172. Il y a donc augmen-

tation de 19 jours clairs, et de 7 jours couverts et diminution de 16 jours peu nuageux et de 10 jours très nuageux. La nébulosité moyenne est normale.

L'hiver présente un écart positif de 1 °/₀, le printemps un écart également positif de 5 °/₀; l'été est normal et l'automne possède un déficit de 6 °/₀.

Le mois de septembre a été particulièrement clair ; sa nébulosité n'est que de 0,24, la nébulosité normale étant de 0.49. Le ciel a été par contre presque constamment couvert pendant le mois de novembre qui possède une nébulosité moyenne de 0.93, alors que la valeur normale est de 0.78.

Au Saint-Bernard, la nébulosité est trop faible de 11 °/₀ ; le ciel a donc été relativement beaucoup plus clair à la montagne qu'à la plaine.

Le dernier tableau donne le nombre de jours de brouillard observés à Genève. L'on peut s'attendre à rencontrer en moyenne 33 jours de brouillard à Genève ; sur ce nombre, il s'en trouve le tiers environ, pour lesquels le brouillard règne avec intensité pendant toute la journée ; pour les deux autres tiers, le brouillard ne dure que pendant une partie de la journée, quelquefois seulement pendant une ou deux heures, comme cela se produit surtout au printemps et en été. En 1895 on a compté 44 jours de brouillard, mais il n'a duré pendant la journée entière que dans 9 de ces cas.

État du ciel.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	SAINT-BERNARD. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne
Déc. 1894 .	2	4	3	22	0,77	14	6	3	8	0,37
Janv. 1895.	3	0	1	27	0,86	9	6	3	13	0,54
Février ...	5	4	6	13	0,66	14	4	2	8	0,39
Mars	5	2	3	21	0,75	9	2	6	14	0,58
Avril	7	7	8	8	0,54	9	5	5	11	0,54
Mai.....	3	10	4	14	0,63	4	7	9	11	0,60
Juin.....	6	5	8	11	0,59	5	4	9	12	0,64
Juillet	9	6	11	5	0,45	14	6	5	6	0,40
Août.....	15	2	7	7	0,40	14	5	7	5	0,40
Septembre.	22	4	2	2	0,24	22	6	1	1	0,20
Octobre...	9	2	4	16	0,64	11	6	1	13	0,50
Novembre .	0	0	4	26	0,93	9	9	5	7	0,49
Hiver.....	10	8	10	62	0,77	37	16	8	29	0,44
Printemps .	15	19	15	43	0,64	22	14	20	36	0,57
Été.....	30	13	26	23	0,48	33	15	21	23	0,47
Automne ..	31	6	10	44	0,60	42	21	7	21	0,40
Année	86	46	61	172	0,62	134	66	56	109	0,47

GENÈVE

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1894 ...	5	6	11
Janvier 1895.....	0	5	5
Février	0	2	2
Mars.....	0	1	1
Avril	0	2	2
Mai	0	0	0
Juin.....	0	1	1
Juillet	0	0	0
Août.....	0	0	0
Septembre	0	0	0
Octobre.....	0	5	5
Novembre.....	4	13	17
Année	9	35	44

LE
ROLE DES MÉDECINS GENEVOIS
DANS LA
VULGARISATION DE LA VACCINATION

Mémoire lu à propos du Centenaire de Jenner à la Société médicale du canton de Genève

PAR

le Prof. Ad. D'ESPINE.

Le Centenaire de Jenner vient d'être célébré en Europe par les Sociétés médicales de divers pays. On avait choisi pour cette date le 14 mai, jour à jamais mémorable où, il y a un siècle, Edward Jenner fit la première vaccination officielle à Berkeley.

La Société médicale du canton de Genève ne peut rester étrangère à ce concert de louanges adressé à la mémoire de celui que ses contemporains appelaient déjà un Bienfaiteur de l'humanité [1].

La vie de cet homme de génie a été écrite d'abord par son ami le Dr Baron [2] et a été retracée depuis lors par

[1] Valentin. Notice historique sur le docteur Jenner, 2e édition, 1824, p. 7.

[2] Baron, John, M. D. The Life of Edward Jenner, M. D., with illustrations of his doctrines and solutions from his correspondence. In two volumes. London 1838.

tant de plumes illustres, que je ne me permettrai pas aujourd'hui de vous en donner un pastiche incolore. Je vous renvoie en particulier à la conférence historique sur Jenner faite à l'École de Médecine de Paris en 1865 par Lorain [1], que nous possédons à la Bibliothèque de la Société médicale.

J'ai pensé qu'une esquisse du rôle joué par Genève dans la propagation de la vaccine au commencement du siècle serait un hommage rendu par notre Société Médicale à la mémoire d'Edward Jenner, qui n'eût pas été pour déplaire à ce grand homme.

Le premier rôle dans la propagation de la vaccine sur le continent revient sans contredit à un Recueil vénérable, dont nous allons célébrer également cette année le centenaire, la *Bibliothèque Universelle*, qui portait dans son enfance le nom de *Bibliothèque Britannique*. Ce journal fut fondé en 1796 par quelques savants genevois : Marc-Auguste Pictet, le physicien, Charles Pictet de Rochemont et Fréd.-Guill Maurice, dont le collaborateur pour la médecine fut le Dr Louis Odier. Nous extrayons ici quelques lignes de la préface du tome II, qui nous ont paru caractériser à la fois l'esprit et la modestie des Rédacteurs, ainsi que le style sentimental de l'époque : « Nous ne saurions nous refuser à croire que le plan et « l'exécution de notre ouvrage, ne sont point absolument « défectueux, puisque jusqu'ici il a été accueilli partout « où il a pénétré, et puisque, malgré la disposition assez « ordinaire à priser moins les productions indigènes, « notre Journal réussit à Genève même..... Il est doux « de travailler dans un but apprécié par les âmes hon-

[1] Conférences historiques faites pendant l'année 1865. Faculté de Médecine de Paris. Genève, Baillière, 1866, p. 339.

« nêtes ; et de voir les hommes éclairés sourire à nos « succès, en jetant un voile sur nos fautes. »

Les médecins genevois qui contribuèrent à vulgariser ou à perfectionner la découverte de Jenner et auxquels cette notice est particulièrement consacrée, sont Louis Odier, Gaspard de la Rive, Alexandre Marcet, Antoine Aubert et Jean de Carro.

La première publication de Jenner sur la vaccine, intitulée *Inquiry into the Causes and effects of the Variolæ-Vaccinæ*, parut à Londres en 1798. Rapporté de Londres par un des rédacteurs de la *Bibliothèque Britannique*, cet opuscule fut annoncé dans le numéro d'octobre de la même année et fut analysé dans deux articles très développés dans les numéros de novembre et de décembre 1798 par le Dr Odier [1].

C'est par ces articles que le continent d'Europe, alors fermé aux communications, a eu la première connaissance de la découverte de Jenner.

Un extrait en fut donné par les auteurs de la *Bibliothèque médicale étrangère* à Paris [2]. C'est la première fois qu'il est question de la vaccine dans un ouvrage français, comme en témoigne cette phrase du tome VIII du *Recueil périodique de la Société de Médecine de Paris* [3] :

« La vérole vaccine n'est guère connue en France que « par les notices qu'ont publiées divers journaux, tels « que la *Bibliothèque Britannique* et le *Recueil périodique* « *de littérature médicale étrangère.* »

L'année suivante, en 1799, Odier traduisit et annota

[1] Tome IX. *Sciences et Arts*, pages 258 et 367.

[2] Vol. I, p. 455.

[3] Cité par *J.-P. Maunoir* dans sa notice sur les ouvrages de Louis Odier (*l'Asclépiade*, mars 1823, p. 235).

l'ouvrage du Dr Pearson sur *la petite vérole des vaches*[1] et les expériences du Dr Simmons sur le même sujet. A propos de ce dernier ouvrage, on lit à la page 311 de la *Bibliothèque Britannique* une note des Rédacteurs (signée R.), qui a introduit dans la langue française le nom de vaccine. Elle est ainsi conçue :

« Le nom de *petite vérole des vaches* est incommode « et difficile à manier dans un écrit, comparativement à « celui de la petite vérole ordinaire, avec lequel une « erreur de plume peut facilement la confondre.

« C'est ce qui nous engage à hasarder un autre nom. « En latin, on appellerait cette maladie *variola vaccina*. « Pour abréger, nous l'appellerons à l'avenir la *vaccine*. « Nous sommes d'autant mieux fondés à adopter cette « dénomination que, comme aucun auteur français n'a- « vait parlé avant nous de cette maladie, c'est nous qui « avions forgé le nom de *petite vérole des vaches* d'après « l'anglais *Cow-Pox*. Personne ne peut nous contester le « droit de revenir de notre traduction[2] ».

Nous citerons également à ce sujet une lettre du Dr de Carro, de Vienne, datée du 11 juin 1803, et adressée aux Rédacteurs de la *Bibliothèque Britannique*[3].

« C'est à vous qu'on doit l'invention du mot La Vac- « cine, par lequel vous avez traduit l'expression de « *variolæ-vaccinæ* du Dr Jenner et de Cow-Pox des « paysans du Comté de Gloucester. Cette dénomination « est si bonne et si commode, qu'elle a été généralement « adoptée sans aucune opposition, et que rien n'a été

[1] *Bibl. Brit.*, tome XI, p. 242.
[2] *Bibl. Brit.* t. XI, p. 311, 1799.
[3] *Bibl. Brit.*, t. XXIII, p. 312, 1803.

« plus facile que de former tous les dérivés, qui compo-
« sent la nomenclature du système de la vaccine. Les
« Allemands n'ont point été aussi heureux que les Fran-
« çais ; ils ont imaginé divers mots composés, comme
« ceux de *Kuhpocken* (pustules de vache), *Schutzpocken*,
« (pustules préservatrices), *Ausrottungpocken*, (qui détrui-
« sent la petite vérole), etc. Quelque bons que ces mots
« soient comme substantifs, il est presque impossible
« d'en former des dérivés ; aussi la plupart des écrivains
« se servent du mot français germanisé, et disent *vac-*
« *cine, vacciniren, vaccination.* »

Quoique cette heureuse dénomination ait eu pour parrains tous les rédacteurs de la *Bibliothèque Universelle*, nous pensons néanmoins que c'est le professeur Odier qni en fut l'auteur véritable. Nous l'inférons d'abord d'un passage de la notice nécrologique[1] consacrée au prof. Odier par P. Prevost en 1817.

« La *Bibliothèque Britannique* n'a pas eu, de son vivant, d'autre rédacteur que lui pour la partie de la médecine. »

Le fait est mis hors de doute d'ailleurs par le passage suivant extrait de la notice biographique sur Odier par la Rédaction même de la *Bibliothèque*[2] : « Quelques mois
« après (août 1799), Odier propose de substituer au
« mot anglais de cow-pox la dénomination de *vaccine*,
« qui a été universellement adoptée, même en Angle-
« terre. »

Le même fait est rappelé dans un poème italien en six

[1] Notice de la vie et des écrits de Louis Odier, Docteur et Professeur de médecine, Correspondant à l'Institut de France, Membre de plusieurs Sociétés savantes. Genève 1818, p. 32.

[2] Sc. et Arts ; nouvelle. série n° 4, Avril 1817 p. 321.

chants, publié à Parme en 1810 sous le titre de *Trionfo della Vaccinia*, par S. Ponta, de Gênes; témoin la strophe suivante :

In tanto il Silfo vincitor discese
Di lauro eterno a coronar Jennero ;
Indi per tutto l'orbe il cammim prese
Della Vaccinia a propagar l'impero ;
Della sua fiamma le alme degne incese
E n'arse sul Lemano il *grande Odiero*
Genio di Co'o per l'arte, illustre tanto
A cui dée la Vaccinia il nome e un vanto.

(Le Sylphe vainqueur se retire pour couronner Jenner d'un laurier immortel ; il part pour propager dans tout l'univers l'empire de la vaccine. Il embrase du feu qui le brûle, les âmes dignes d'en être animées; il enflamme sur les rives du Léman le *grand Odier*, ce savant disciple d'Esculape, ce médecin illustre à qui la vaccine a dû son nom et sa renommée.)

C'est à Odier que nous devons l'introduction de la vaccine à Genève. Un premier essai infructueux fut fait par lui en 1799 avec un morceau de chemise imprégné de virus, que lui avait envoyé le Dr de Carro, de Vienne. Chose curieuse, la vaccine prit sur une dizaine d'enfants; mais elle présenta tous les caractères de *la fausse vaccine* et ne préserva pas les sujets vaccinés de la variole qui leur fut inoculée ensuite. L'explication donnée par Odier est que le vaccin transmis par de Carro provenait du bras d'un seigneur viennois, le comte Mottet, qui avait eu la variole dans son enfance et dont le vaccin de ce fait était dégénéré.

Des fils imprégnés de vaccin et envoyés à Genève par le Dr Pearson, de Londres, en 1800, donnèrent lieu à des

boutons de vaccine légitime et permirent par l'inoculation de bras à bras de vacciner plus de 600 personnes. Le printemps de l'année 1800 avait été signalé à Genève par une épidémie meurtrière de petite vérole qui poussa les pères et les mères à faire vacciner leurs enfants.

Cette fois l'inoculation de la petite vérole pratiquée un mois ou six semaines après la vaccination sur un certain nombre des enfants vaccinés resta stérile et la cause de la vaccination fut gagnée.[1]

A la demande du Préfet du Léman, Odier rédigea en septembre 1800 un mémoire sur l'inoculation de la vaccine à Genève, destiné à être mis sous les yeux du Ministre de l'Intérieur[2]. Nous en extrayons quelques observations intéressantes pour l'époque. La *fausse vaccine* est distinguée de la vraie; elle est caractérisée par une inflammation autour de l'incision le même jour de l'inoculation, elle s'accompagne parfois de fièvre et de vomissements, mais au bout de 48 heures tout est terminé. Il se produit localement un écoulement de pus avec formation d'une croûte épaisse, et jamais une vésicule bien circonscrite remplie d'un fluide limpide.

L'*inflammation érysipélateuse* a été observée rarement comme complication de la vaccine, peut-être deux ou trois fois sur cent. Cette inflammation s'étend à plusieurs pouces de distance de l'incision et quelquefois même sur la totalité du bras et de l'avant-bras, quoique très exceptionnellement. Ces accidents ont cédé rapidement aux applications d'eau de Goulard et ont toujours été bénins.

Odier a observé 5 ou 6 cas de *vaccine généralisée*, c'est-

[1] *Bibl. Brit.* 1800, t. XIV, p. 394.

[2] Mémoire sur l'inoculation de la vaccine à Genève. An. IX. in 12, 30 pages.

à-dire de boutons vésiculaires remplis d'un liquide fluide se succédant les uns aux autres, de manière à prolonger la maladie de quelques jours. L'inoculation, faite avec le liquide de ces boutons situés à une grande distance de l'incision, a reproduit sur d'autres enfants la vaccine légitime. Ces vaccines généralisées qui ont été observées à peine dans deux cas sur cent, ont été sans gravité.

A la même époque, Odier rédigea conjointement avec ses collègues un avis aux pères et mères pour les exhorter à faire vacciner promptement leurs enfants et leur offrir de le faire gratuitement en faveur des pauvres. Cet avis fut répandu par les ministres du Culte et remis par eux aux parents à chaque baptême.

La vaccination se répandit si vite que l'on compta 4000 vaccinations dans le seul Département du Léman au bout d'un an.

Pour apprécier à sa juste valeur le service rendu par Odier à son pays, il m'a paru utile de donner ici quelques chiffres sur la mortalité par la variole à Genève avant et depuis l'introduction de la vaccine. Odier[1] a fait lui-même un relevé complet jusqu'à l'année 1800, en compulsant les extraits mortuaires genevois et en se servant jusqu'à l'année 1772 du travail de J.-A. Cramer. De 1581 à 1772, Odier trouve 7,292 décès par petite-vérole sur un total de 116,935 décès, soit *un décès par petite-vérole sur seize*. Dans une première période, de 1581 à 1699, les épidémies de vaccine furent très fréquentes et très meurtrières ; elles se succédaient à peu près tous les cinq ans avec une intensité notable. Les deux plus violentes

[1] Troisième lettre à M. Ant. de Haen, professeur de médecine à Vienne, par M. Louis Odier, docteur en médecine à Genève, sur la mortalité de la petite-vérole. (*Journal de Roux* 1776, page 24.)

furent celles de 1634 avec 343 morts, représentant une mortalité par variole de 245 sur 10,000 habitants et celle de 1686 avec 326 morts, représentant une mortalité de 217 sur 10,000 habitants.

Dans une seconde période qui comprend tout le dix-huitième siècle de 1700 à 1800, les épidémies de variole n'ont pas diminué de fréquence, mais la mortalité diminue déjà presque de moitié, ce qu'il faut attribuer en grande partie à l'amélioration de l'hygiène et du bien-être général. L'introduction de l'inoculation à Genève vers 1750 ne paraît pas avoir beaucoup changé la face des choses, en ce sens que tout en préservant efficacement les inoculés, elle donnait une mortalité d'un sur 200 inoculés et multipliait les chances d'extension de la maladie par contagion. L'épidémie de variole de 1715 causa 240 décès, soit 126 sur 10,000 habitants. Celle de 1800, la dernière du siècle, fut presque aussi meurtrière ; elle causa 254 décès à Genève, soit 110 décès sur 10,000 habitants, ce qui est encore effrayant.

Dans notre siècle, la première épidémie importante tomba en 1808 ; elle donna 77 décès, soit 24 sur 10,000 habitants, mortalité cinq fois moindre qu'en 1800. Les deux plus fortes épidémies que l'on ait observées depuis lors, celles de 1858-59 et de 1870-71, donnent une mortalité analogue. Marc D'Espine[1], pour 1858-59, indique 176 décès, soit 23 décès sur 10,000 habitants; mais il convient d'ajouter que la mortalité avait été de 45 °/₀ chez les non-vaccinés et seulement de 9,5 °/₀ chez les vaccinés. En 1832, pas un des vaccinés atteint de petite

[1] Etude sur la variole, la vaccine et les revaccinations. *Echo médical*, 1859, n° 7, 1er juillet.

vérole n'était mort. En effet, plus on s'éloigne de l'époque de la vaccination, plus la préservation vaccinale s'atténue ; d'où la nécessité des revaccinations. Aujourd'hui, grâce aux revaccinations fréquentes qui sont entrées dans nos mœurs, la variole est devenue une curiosité pathologique.

Ajoutons quelques courtes indications sur la biographie de notre illustre concitoyen.

Louis Odier naquit à Genève le 17 mars 1748. Après avoir suivi le collège et les auditoires, il se rendit à Edimbourg en 1767 où il fut reçu docteur en médecine en 1770. De retour à Genève en 1773, il y subit, d'après l'usage du temps, un examen particulier devant la Faculté de médecine, qui le jugea unanimement digne de l'aggrégation, il fut un des médecins les plus courus de la ville, il pratiqua l'inoculation de la variole et publia à ce sujet quatre lettres écrites à M. de Haën, professeur à Vienne[1]. Citons encore ses recherches sur les effets du magistère de Bismuth comme antispasmodique et surtout son mémoire sur l'*Hydrocéphale interne*, qui fut imprimé dans les Mémoires de la Société Royale de Paris, année 1779.

En 1799, on rétablit dans l'Académie de Genève une chaire honoraire de médecine, qui avait été jadis occupée par le célèbre Tronchin. Cette institution avait deux objets, l'un de préparer par une instruction élémentaire les jeunes gens qui, se destinant à l'étude de la médecine, se proposeraient de l'achever dans les grandes écoles spéciales de l'étranger ; le second, encore plus utile, était une instruction particulièrement destinée aux officiers de santé des campagnes.

[1] *Journal de Roux*, Paris, 1773-1777.

Le cours donné par Odier fut publié plus tard par lui sous le nom de Manuel de Médecine pratique[1].

Odier était membre de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève et correspondant de l'Institut de France.

Il mourut à l'âge de 69 ans ; il succomba à une attataque d'angine de poitrine le 13 avril 1817.

Parmi les médecins genevois qui s'occupèrent de la vaccine, nous citerons, après Odier, de la Rive et Marcet, qui, lors de la tourmente révolutionnaire qui sévit à Genève en 1793, furent enfermés longtemps à Chantepoulet, puis furent exilés et partirent ensemble pour l'Angleterre.

Gaspard de la Rive étudia la médecine à Edimbourg et y passa sa thèse en 1797 sur la chaleur animale (De calore animali). De là, il se rendit à Londres, où il pratiqua la médecine en s'occupant spécialement des maladies mentales. Nous le trouvons, en 1799, suivant les expériences de Woodville à l'hospice des varioleux. Dans un article envoyé à la *Bibliothèque Britannique* de Genève, il donne un compte rendu des vaccinations faites par Woodville [2]. Il raconte qu'au début on observa un nombre assez considérable d'éruptions généralisées, dont une fut suivie de mort, ce qu'il faut attribuer au milieu varioleux dans lequel on vaccinait ; mais, plus tard, ce phénomène ne se produisit plus et, à ce moment, Woodville comptait 2000 vaccinations réussies toutes bénignes. Si l'on voulait même mettre sur le compte de la vaccination le cas de mort relaté, il faudrait conclure que la vaccination est 10 fois moins dangereuse que l'inoculation va-

[1] Paris et Genève, 1811.

[2] *Bibl. Brit.*, 1799, t. XIII, p. 325.

riolique, puisqu'auparavant on perdait un inoculé sur 200.

Dans cette même année 1799, Gaspard de la Rive rentra à Genève où il fut nommé directeur de l'Asile des Aliénés. Nommé premier syndic en 1817, il mourut le 18 mars 1834. C'était le père de notre illustre compatriote Auguste de la Rive.

L'ami de de la Rive, ALEXANDRE MARCET, fit également des études de médecine et s'établit à Londres, où il épousa la fille d'un banquier suisse établi en Angleterre, Mlle Haldimann. Il était, en 1803, médecin de Guy's et de St-Thomas' Hospital et s'occupa activement à côté de ses travaux spéciaux de chimie, de la propagation de la vaccine. Il faisait partie de la Société Royale Jennérienne pour l'extermination de la petite vérole et écrivait, le 14 mars 1803, à M. A. Pictet, l'un des rédacteurs de la *Bibliothèque Britannique* : « Nous sommes très occupés « ici à faire vacciner, s'il est possible, *la nation en masse* [1].

On lui doit l'invention d'un procédé de conservation du vaccin, encore en honneur aujourd'hui dans nos instituts vaccinogènes. Il consiste dans l'emploi de deux plaques en verre dépoli, pouvant s'appliquer exactement l'une sur l'autre et dont l'une présentait une petite excavation au centre, destinée à recevoir le vaccin. Les plaques ainsi préparées étaient pliées dans du papier noirci, pour conserver le vaccin à l'abri de la lumière. Marcet correspondit à ce sujet avec Jenner [2].

Un autre médecin genevois, Aubert, se trouvait aussi à

[1] *Bibl. Brit.*, 1804, t. XXV, p. 183.

[2] Correspondence with Dr Jenner on a means to conserv the virus of the cow-pox. 1803.

Londres en 1799, occupé à étudier la découverte de Jenner.

Antoine Aubert, né à Genève en 1772, avait fait ses études à Göttingue, où il passa sa thèse inaugurale en 1797 et fut agrégé à la Faculté de Genève en 1799, d'où il se rendit la même année à Paris et s'intéressa à la découverte da la vaccine en traduisant en français l'ouvrage de Woodville [1].

La petite vérole sévissant à Paris et ayant coûté la vie à 15,000 personnes, l'an VII, Aubert obtint de Woodville du vaccin qui fut porté à Paris par le Dr Colladon et l'inocula sur trois enfants dans le service du Dr Pinel à la Salpétrière.

Malheureusement le vaccin envoyé sur un linge imprégné de virus avait perdu son activité et le premier essai de vaccination à Paris échoua. Aubert résolut alors d'aller lui-même en Angleterre étudier le nouveau procédé.

Il entra comme élève à l'hospice des varioleux de Londres, sous la direction du Dr Woodville et rédigea l'an IX (1800) un *rapport sur la vaccine en réponse aux questions rédigées par les commissaires de l'Ecole de Médecine de Paris* sur la pratique et les résultats de cette nouvelle inoculation [2]. Il décida son chef, le Dr Woodville, à porter avec lui le précieux vaccin en France. On débarqua à Boulogne-sur-Mer et Woodville y vaccina trois enfants avec succès ; le vaccin pris sur leurs bras fut porté à Paris par

[1] Rapport sur le cow-pox, par W. Woodville, D. M. — Ouvrage traduit de l'anglais, augmenté de pièces de ce qui a été fait sur cette maladie et de notes historiques par A. Aubert, D. M (Paris, chez l'auteur, rue des Paulins, no 204, et *Sabon,* libraire, rue de l'Ecole-de-Médecine, an VIII (1799).

[2] A Paris, chez Richard Caille et Ravier, an IX.

Woodville et Aubert, et inoculé au bras du fils du citoyen Colon, qui fournit le vaccin au Comité médical de la Vaccine et par lui à toute la France.

On se rappelle la célèbre querelle entre Woodville et Jenner, qui faillit compromettre à son début la découverte du vaccin. Woodville qui avait fait les premières vaccinations à l'hôpital des varioleux, observa au début avec la vaccine une série d'éruptions généralisées, paraissant contagieuses et qui entraînèrent même la mort d'un enfant. La non-contagiosité de la vaccine, qui était la pierre angulaire de la découverte de Jenner, parut ébranlée. Mais Aubert donna la preuve absolue qu'il s'agissait en pareil cas d'éruptions mixtes de vaccine ou de variole. Le passage de son rapport qui l'établit, vaut la peine d'être cité [1] :

« Il est très probable, dit-il en parlant des cas d'éruptions généralisées, que les boutons qu'on a vus sur les « vaccinés, n'ont été souvent que des boutons de petite « vérole. La personne que nous avons inoculée peut, « sans que nous le sachions, avoir été atteinte par la « contagion variolique. Cela a eu lieu dans la maison « d'inoculation; la tumeur vaccinale se développait très « régulièrement et suivait son cours ordinaire; mais cet « individu à qui nous n'avions inoculé que la vaccine, « prenait la petite vérole ou en avait été déjà infecté en « entrant dans la maison, car les boutons qui paraissaient au 14me ou 15me jour étaient varioliques. Nous « nous en sommes assurés, M. Wachsel[2] et moi. Nous « avons propagé la vaccine avec la matière prise au

[1] Rapport sur la vaccine, p. 32.

[2] C'était le chirurgien de l'Hôpital de la petite vérole à Londres.

« bras de tel ou tel sujet sur lequel on n'avait inséré que « du virus vaccinal et nous avons produit la petite vé- « role en inoculant avec le pus pris des boutons du « même sujet. »

Antoine Aubert, rentra, à Genève, où il mourut en 1820, après s'être voué spécialement à la pratique des maladies mentales. Il avait été nommé, le 19 avril 1808, par la Société de Bienfaisance, médecin des malades aliénés d'esprit.

Le dernier médecin genevois dont nous ayons à vous parler à propos de la vaccine, est le célèbre Jean de Carro, établi en Autriche, mais qui était bien des nôtres, comme vous le prouveront ces notes historiques que j'emprunte à son autobiographie [1]. Ce curieux opuscule que j'ai trouvé ici à la Société de Lecture, commence par ces mots : « Presque tous les conversations-Lexicons m'ont fait « l'honneur de me consacrer un article; mais j'ignore « pourquoi l'un d'entr'eux me fait naître à Milan et non « à Genève; tandis que jamais personne de ma famille « n'a habité la Lombardie, et que de temps immémorial « nous vivons sur les bords du lac Léman. — Et plus « loin : « Je suis né le 8 août 1770 à Genève, où « ma famille, dès le XVme siècle, a occupé les premiers « emplois de cette République, fourni des officiers dis- « tingués aux Puissances Etrangères, entr'autres à la « Russie, et possèda, de temps immémorial, jusqu'en « 1792, un fief, près de Genève, dont nous tirons notre « nom, savoir : le Carre ou le Carro, quelquefois c'est le « Quarre, et Quadruvium, dans les anciens actes latins. »

[1] Mémoires du Chevalier Jean de Carro (Longam vitam impendere vero). Carlsbad. Imprimerie des Frères Franieck, 1855 (avec un portrait).

De Carro suivit, à Genève, les Collèges et les Auditoires. Il fut, en 1788, un des membres fondateurs du Cercle de la petite maison de Sellon. S'étant décidé à étudier la médecine, il se rendit à Édimbourg où il eut pour professeurs Monro, Gregory, Home, les deux Bell, etc., et fut nommé docteur le 24 juin 1793.

« Peu de temps après mon inauguration, dit-il, je « m'acheminai vers Genève, que je trouvai sous le « régime du *bonnet rouge*, de l'*arbre de la liberté*, de la *lan-* « *terne*, et autres sublimes conceptions, dont la France « nous avait gratifiés. Je ne pus y tenir. Au bout de « deux mois, je me rendis à Vienne, pour y mettre à pro- « fit, pendant une année, les grandes ressources de son « université et de ses hôpitaux. »

Il réussit si bien et si vite qu'il s'y fixa comme médecin et s'y maria en 1796.

Ce fut le premier médecin qui vaccina avec succès sur le continent.

« A peine eus-je lu, dit-il, la découverte de Jenner, pu- « bliée en 1798, que je m'adressai à la Légation Anglaise « pour me faire parvenir son ouvrage et du vaccin. Le 10 « mai 1799, j'en fis l'essai sur mes deux fils, Charles et « Pierre, le premier âgé de trois ans, le second d'un an « et demi. Les pustules produites par le vaccin anglais sur « les bras de mes enfants, étaient parfaitement sembla- « bles à celles qu'on voyait gravées et coloriées dans « l'ouvrage de Jenner. Au bout de deux mois, en pré- « sence de plusieurs médecins autrichiens et étrangers, « mes enfants furent soumis à la contre-épreuve de l'ino- « culation de la petite vérole, qui fut sans effet quelcon- « que. »

Grâce aux efforts et à la persévérance de de Carro, la vaccination se répandit dans toute l'Autriche et une par-

tie de l'Allemagne. L'empereur François II, pour le récompenser, le nomma chevalier. En 1802, de Carro, qui avait envoyé déjà plusieurs lettres sur la Vaccine à la *Bibliothèque Britannique* de Genève, lui écrivait[1] : « L'inoculation est presque abandonnée dans la monarchie « autrichienne. Une dame de qualité, qui y a encore « soumis son enfant m'a assuré qu'il a fallu plus de « deux mois pour trouver de la matière variolique. A « quoi attribuer cette heureuse disette? Certainement à « la vaccine, qui a trouvé le même accueil dans les cabanes et dans les palais. Il reste encore une grande mesure à prendre; c'est celle de défendre l'inoculation, « comme on défend l'entrée des marchandises venant « d'un pays où règne la peste. »

De l'Autriche, la vaccination se répandit grâce à l'apôtre de Jenner, en Pologne et en Russie. C'est le vaccin envoyé par de Carro, qui réussit entre les mains de M. de Lyndström, chirurgien de Sa Majesté le Czar. Antoine Pétroff, le premier enfant vacciné dans ce vaste empire, fut baptisé *Vaccinoff* par l'impératrice. On se plut à dire, à cette occasion, que, si de Carro n'avait pas été comme en Autriche le *père* de la vaccination, il en avait été, du moins, le *grand-père*.

On doit à de Carro une traduction en allemand et en français du travail de Loy sur l'origine équine du cowpox et un traité de la vaccine intitulé *Observations et expériences sur l'inoculation de la vaccine*[2], avec cette originale devise tirée des Bucoliques de Virgile :

> Nec mala vicini pecoris contagia lædent.
>
> VIRGILE. (*Eglogue* I, v. 51.)

[1] *Bibl. Brit.*, 1802, t. XX, p. 219.

[2] In-12° avec une planche enluminée. — *Vienne*, 1801, de l'imprimerie de Mme de Kurtzbeck.

Jenner, avec lequel il était en correspondance suivie, lui écrivait en 1800[1] : « Depuis le commencement de mes « recherches sur la vaccine, rien ne m'a fait autant de « plaisir que votre lettre. Elle respire la candeur d'un « vrai philosophe et assure à son auteur toute mon « estime. »

Jenner avait expédié par un grand nombre de navires du vaccin aux Indes Britanniques, mais toujours sans succès, le vaccin ayant perdu sa virulence en route. Il en fut si désolé, qu'il offrit *mille guinées* à celui qui y réussirait. Ce fut de Carro, mais par la voie de terre. Il ne réclama point d'ailleurs les mille guinées à son maître et ami. Il dut son succès à un nouveau procédé de conservation du vaccin de son invention ; il enduisait de vaccin des pointes d'ivoire, les séchait à l'air et les enfermait dans des étuis de bois pour les mettre à l'abri de la lumière. C'est sous cette forme que de Carro expédia à Bagdad, au consul anglais, son vaccin, qui réussit et se répandit de là à Bassora, sur les bords du golfe Persique et de là à Bombay. De Carro fut donc le père de la vaccination dans toute l'Asie.

Jenner fut ravi ; il écrivait à son ami de Carro le 30 mars 1803 : « Quelque plaisir que m'eût procuré la « lecture de vos lettres précédentes, je ne me rappelle « pas, depuis le commencement de notre correspondance, « d'en avoir éprouvé de semblable à celui que m'a fait « votre dernière. Je ne saurais vous exprimer le chagrin « que j'ai ressenti en voyant manquer toutes mes tenta- « tives pour introduire la vaccination aux Indes orien- « tales. Jugez donc du plaisir que vous m'avez fait, en « m'apprenant que mes souhaits sont accomplis. »

[1] *Bibl Brit.* 1800 t. XIII, p. 188.

Il lui envoya une tabatière d'argent avec l'exergue : *Edward Jenner to Jean de Carro.* Il ne fit un honneur pareil qu'au Dr Benjamin Waterhouse, professeur à Cambridge aux Etats-Unis, qui avait introduit la vaccination dans le Nouveau Monde, comme de Carro dans l'Ancien.

Le docteur de Carro ayant été obligé, en 1826 par de graves infirmités, de prendre les eaux de Carlsbad, s'en trouva si bien que dès lors il alla s'y établir comme médecin. Il y fit plusieurs perfectionnements et en particulier y établit des bains de vapeur[1]. Le 23 juin 1843 l'université de Prague célébra en grande pompe le jubilé de doctorat du chevalier de Carro et la magistrature de Carlsbad lui conféra un diplôme de citoyen d'honneur.

Je finirai par un dernier trait de notre illustre concitoyen, c'est sa haine du tabac. Dans le chapitre de son autobiographie intitulé « *Quatre-vingt-cinq ans passés à* « *l'abri de la pipe*, on lit: A Genève, je ne vois la pipe que « dans la bouche des fendeurs de bois, des balayeurs de « rue, des charretiers. Maintenant grands et petits fument « sur les bords du Léman et du Rhône, comme sur ceux de « de la Seine et de la Loire, du Rhin et du Danube, de « la Moldau et de la Tèple. Mon aversion pour cette fu- « mée, qui me donne des vertiges, qui irrite mes yeux, « est telle, que je n'ai de ma vie mis les pieds dans une « tabagie. En épanchant ma bile contre ce malheureux « usage, je sais fort bien que je prêche dans le désert. « Aussi n'est-ce qu'historiquement que j'en parle. »

De Carro s'est éteint le 12 mars 1857 à Prague, dans sa quatre-vingt-septième année.

Nous terminerons ce juste tribut d'hommages rendus

[1] *Carlsbad.* Ses eaux minérales et ses nouveaux bains de vapeur, par le Dr de Carro. In-8°, 1827.

à nos illustres confrères et concitoyens à l'occasion du centenaire de Jenner par les réflexions que suggéraient tous ces travaux au Rédacteur de la *Bibliothèque Universelle* en 1817[1] :

« Est-ce vanité, est-ce un orgueil excusable qui nous « suggère à propos de la découverte de Jenner ces rappro- « chements honorables pour notre patrie et qui consta- « tent des faits oubliés ou méconnus dans beaucoup « d'écrits postérieurs? Ce n'est pas à nous y répondre. »

[1] *Bibl. Univ.*, Science et Arts, vol. IV, page. 322, avril 1817.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

F. Kehrmann et M. Tikhvinsky. Nitrotoluhydroquinone (*Berichte*, XXVIII, 1542, Genève).

La nitration de la diacétyltoluhydroquinone fournit, à côté d'un dérivé dinitré déjà décrit, la monoacétylmononitrotoluhydroquinone sous la forme d'aiguilles jaunes fusibles à 118-120°. Cet éther est facilement saponifié par la soude en donnant naissance à la nitrotoluhydroquinone; celle-ci cristallise dans la ligroïne en aiguilles orangées qui fondent à 122-124° et se dissolvent en violet dans les alcalis.

E. Böhm. Sur deux formes différentes de la diacétylthymoquinone-dioxime (*Berichte*, XXVIII, 1547, Genève).

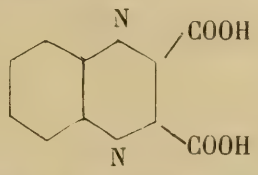
La théorie de Hantzsch et Werner laisse prévoir quatre formes stéréo-isomériques différentes pour la dioxime de la thymoquinone et pour ses éthers. L'auteur a réussi à préparer deux modifications du dérivé diacétylé; elles cristallisent dans la ligroïne, l'une en paillettes, l'autre en aiguilles. Ces deux corps ont non seulement la même composition et le même poids moléculaire, mais aussi le même point de fusion (110°). Il est probable que l'un d'eux, très instable, se transforme déjà dans l'autre à une température inférieure à 110°, de sorte que c'est toujours le point de fusion de l'isomère stable que l'on observe.

La modification en aiguilles représente la modification instable; elle se transforme dans la modification en paillettes, soit par ébullition prolongée de sa solution dans la ligroïne, soit par addition d'un peu d'iode à cette solution.

Il n'a pas été possible d'obtenir les deux autres stéréo-isomères prévus par la théorie.

A. Philips. Sur l'acide aminoquinoxaline-carbonique (*Berichte*, XXVIII, 1655, Genève).

Lorsqu'on chauffe à 130°, en présence d'anhydride acétique, l'acide quinoxaline-dicarbonique de MM. Hinsberg et König



il se transforme en son anhydride (aiguilles fusibles à 251° en se décomposant, très peu solubles dans tous les dissolvants).

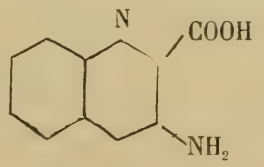
Celui-ci, mis en suspension dans le benzène et traité par gaz ammoniac, réagit selon l'équation suivante :

$$C_8H_4N_2\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O + 2\,NH_3 = C_8H_4N_2\left\langle\begin{matrix}COONH_4\\CONH_2\end{matrix}\right.$$

Le sel d'ammonium ainsi formé fond 225° en se décomposant. Traité par les acides il fournit l'acide libre

$$C_8H_4N_2\left\langle\begin{matrix}COOH\\CONH_2\end{matrix}\right.$$

(point de fusion 183°), lequel, sous l'action de l'hypobromite de soude, se convertit en acide aminoquinoxaline-carbonique :



Ce dernier se présente sous la forme d'aiguilles jaunes, très difficilement solubles dans l'eau et fusibles à 210°.

A. P.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 19 février 1896.

L. Gauthier. Les tremblements de terre observés en 1895 dans le canton de Vaud. — Paul Mercanton. Marmites de géants en paroi verticale.

M. L. Gauthier parle des *tremblements de terre* observés pendant l'année 1895 dans le canton ; en voici la liste :

		observé à	*intensité*
1. 26 mars	à 3 h. 23′ am.	Montreux, Clarens, Baugy	II
2. 2 avril	à 2 h. am. (env.)	Chexbres (en Plaît)	II
3. 20 avril	de 8 h. 40′ à 8 45′ ap.	Morges, Evian-les-Bains	? II à III
4. 1er juin	à 2 h. 47′ ap.	Lausanne (Pontaise)	?
5. 11 juiltet	à 2 h. 53′ am.	Bex (La Forêt)	III
6. 21 août	à 9 h. 15′ am.	Bex, Morges (Zermatt, Zinal, St-Luc)	I ou II
7. 23 août	de 10 h. 15′ à 11 h. am.	Lausanne (r. de Morges)	I ou II
8. 31 août	à 10 h. 35′ ap.	Payerne (q. Glatigny)	?
9. 19 septembre	à 2 h. 40′ am.	Aigle	II
10. 22 »	à 2 h. 35′ am.	Jongny, Cully, Chexbres, Puidoux, Riex, Busigny, Grandvaux	III ou IV
11. 22 »	à 11 h. 45′ am.	Riex	?
12. 1er novembre	à 1 h. 32′ am.	Nyon, Vich, Gland, Rolle, Versoix, etc.	II ou III
13. 3 »	entre 10 et 11 h. ap.	Morges	?
14. 6 »	à 4 h. 15′ am.	Lausanne (route de Morges)	II

Soit au total 14 observations ou tout au moins 9 ou 10 si l'on déduit les observations qui n'ont pas été confirmées par un second observateur.

Les plus importants de ces tremblements sont ceux du 21 août qui fut ressenti assez fortement en Valais; du 22 septembre qui ébranla la région de Grandvaux à Jongny et du 1er novembre qu'on enregistra dans toute la région de La Côte. comprise entre Rolle et Versoix, le lac et le pied du Jura,

Les 14 observations se repartissent comme suit, suivant les saisons : 3 au printemps, 5 en été, 6 en automne ou respectivement 2, 3 et 5 si l'on s'en tient à 9 observations.

Dans la plupart des cas, les observateurs n'ont ressenti qu'une seule secousse.

Il est à remarquer que c'est dans la région du lac Léman qu'on a constaté le plus grand nombre de ces secousses sismiques en 1895; il n'en avait pas été de même en 1894 et en 1893.

M. Paul Mercanton fait une *communication sur des marmites de géants en paroi verticale.* — En explorant, durant l'été 1895, l'étroit chenal par lequel s'écoule le glacier inférieur de Grindelwald avant son débouché dans la vallée, j'ai eu l'occasion d'observer des marmites de géants dont la position singulière m'a parue digne d'intérêt. Ces marmites de géants sont en effet creusées dans la haute paroi calcaire, légèrement surplombante, et polie du haut en bas, qui appuie le glacier du côté de Mettenberg et supporte le sentier bien connu qui monte au chalet Bäregg. Elles sont alignées, au nombre d'une demi-douzaine, les unes rudimentaires, les autres mieux formées, toutes à peu près à la même hauteur (4-5 mètres) au-dessus de la surface actuelle du glacier.

De ces marmites, dont les dimensions ne vont guère au-delà d'un mètre de diamètre, sur une profondeur notablement moindre, une seule, a conservé le bloc qui a servi à la creuser. Ce bloc, d'environ 0,70 mètre de diamètre, parfaitement arrondi est resté pris dans l'ouverture et gît sur un lit de graviers et de menus blocs.

D'autres marmites plus petites semblent avoir été creusées par un véritable foret qui aurait travaillé obliquement de haut en bas.

L'élévation de ces cavités au-dessus de la surface du glacier m'a malheureusement empêché de prendre des mesures exactes et d'étudier d'assez près leur configuration interne.

Ce qui fait l'intérêt très spécial des marmites horizontales du glacier de Grindelwald, c'est qu'elles nous renseignent assez exactement sur la configuration du glacier au moment de leur formation. Elles viennent en effet à l'appui de ce fait déjà constaté, que l'unité de la surface des courants de glace tout comme celle des courants d'eau, se ressent d'autant moins des aspérités du lit que la profondeur du courant est plus grande.

Ces marmites n'ont pu être creusées que par le débouché tout contre la paroi de rocher du canal tortueux d'un moulin.

Or, les deux grands ruisseaux qui sillonnent la surface du glacier viennent actuellement se perdre à quelques centaines de mètres en amont, à l'entrée du chenal dans une région coupée d'immenses crevasses arquées allant d'un bord à l'autre.

Il faut donc, pour que ces ruisseaux aient pu venir creuser nos marmites, qu'à l'époque où le glacier était très grossi, cette région ait été bien moins crevassée qu'aujourd'hui.

De quand datent ces marmites ?

On ne peut le dire avec exactitude; toutefois certains faits amèneraient à supposer qu'elles ne remontent pas plus haut que la dernière période de grande extension glaciaire, celle du commencement du siècle.

La stabilité du bloc de la grande marmite citée plus haut, paraît assez peu assurée pour qu'on hésite à croire qu'il aurait résisté à la poussée d'une nouvelle glaciation. Il est en effet en relief sur la paroi, et un galet, engagé entre les bords du trou et lui, paraît seul le maintenir.

Séance du 4 mars.

J. Amann. Lois de variations organiques. — F.-A. Forel. Publication de M. de Simony. — Le même. Sur la présence de nombreux coléoptères dans la glace du parc de Morges. — J. Epper. Effets de la correction des eaux du Jura pour le lac de Morat. — Le même. Résultats de la correction du lac de Maerjelen. — Forel. Les plus grandes vagues observées sur le lac Léman.

M. Jules Amann fait une communication sur *les lois de la variation chez les êtres organisés.*

Les travaux de Quételet, de Galton, de Vries, Ludwig, etc. ont démontré que les variations d'un caractère quelconque sont soumises, quant à leur fréquence, aux lois du calcul des probabilités.

Si nous mesurons un caractère chez un grand nombre d'individus comparables, nous trouverons constamment que la *mesure moyenne normale* de ce caractère sera présentée par le plus grand nombre d'individus et que les mesures différentes de cette mesure moyenne seront présentées par un nombre d'autant plus grand d'individus qu'elle différeront moins de cette grandeur moyenne. *La fréquence d'une certaine mesure du caractère considéré est par conséquent une fonction de sa grandeur.*

L'auteur a mesuré par exemple les longueurs de 522 pédicelles du Bryum cirratum, espèce où cette longueur varie beaucoup d'un individu à l'autre. Il a obtenu les chiffres suivants :

Longueur en millimètres	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Nombre d'individus calculé	0	0	0	0	0	3	11	32	64	95	109	95	64	32	11	3	0	0	0	0
» » observé	1	0	2	1	3	2	9	38	67	91	107	89	56	34	16	1	2	1	1	1

Les nombres observés sont, en effet, à peu près proportionnels aux cœfficients successifs du développement du binôme $(1+1)^{14}$.

La longueur moyenne (18 mm.) est présentée par le plus grand nombre des individus et ce nombre est proportionnel au cœfficient moyen (pour un nombre *pair* de termes). Or nous avons pour ce cœfficient :

$$T = \frac{m\,(m-1)\,(m-2)\,\ldots\ldots\left(\frac{m}{2}+2\right)\left(\frac{m}{2}+1\right)}{1.\ 2.\ 3\ldots\ldots\left(\frac{m}{2}-1\right)\frac{m}{2}}$$

Si nous construisons la *Courbe des variations* d'un caractère, en portant sur l'axe des x (abcisses) les différentes mesures du caractère, sur celui des y (ordonnées) les différents nombres d'individus qui présentent ces différentes mesures, nous obtiendrons la courbe à laquelle Quételet a donné le nom de *Courbe binômiale*.

L'auteur démontre que la théorie de la fréquence des variations d'un caractère est, du reste, en tous points assimilable à celle de la probabilité des erreurs[1]. La courbe de fréquence des variations est par conséquent représentée par la fonction exponentielle :

$$Y = \varepsilon . l^{-\frac{x^2}{n}}$$

ε étant la fréquence de la mesure moyenne du caractère et fonction de n puisque $\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{\pi n}}$

L'*aire* de cette courbe prise entre les abcisses 0,(correspondant à la mesure moyenne normale du caractère) et $\pm x$ (correspondant à la mesure extrême du caractère) doit être considérée par conséquent comme la *mesure de la variabilité* du caractère en question, soit

$$\frac{1}{2} U = \varepsilon . \int_0^x e^{-\frac{x^2}{n}} dx$$

Et, comme pour comparer plusieurs courbes, en tant que mesures de la variabilité, il est nécessaire de les réduire à la même valeur de l'ordonnée ε, celle-ci étant prise comme unité, nous avons :

$$\frac{1}{2} U^1 = \int_0^x e^{-\frac{x^2}{n}} dx$$

La même méthode de représentation graphique d'une variation complexe (à la fois dans le temps et dans l'espace p. ex.) amène à considérer des *surfaces courbes* au lieu de lignes et la variabilité complexe a pour mesure un *volume* au

[1] Le travail complet paraîtra dans le *Bulletin* de la Société.

lieu d'une aire, et sera exprimée par une double ou triple intégrale.

L'auteur montre comment, au moyen de l'application du calcul des probabilités aux variations d'un caractère chez les êtres organisés, on arrive à une notion particulière des types ou unités systématiques : espèces, races, variétés.

Il démontre enfin que la même loi peut donner une explication rationnelle du fait que certains phénomènes qui ont dû se produire une fois, paraissent ne plus se reproduire ; telle par exemple la première apparition de la vie sur notre planète.

M. F.-A. Forel présente à la Société de la part de son plus ancien membre honoraire le Conseiller aulique, professeur docteur Frédéric Simony de Vienne en Autriche, le superbe volume consacré aux Alpes du Dachstein. Après avoir rappelé les services rendus à la science par le Nestor de la glaciologie et de la limnologie, M. Forel signale les mérites remarquables de la magnifique publication que M. de Simony vient de terminer.

On a indiqué souvent des *apparitions extraordinaires d'insectes sur la neige ou dans la glace de l'hiver*. M. Forel en rapporte un cas dont les conditions semblent très précises.

La glace du Parc de Morges renfermait dans son épaisseur le 10 février 1896 une abondante faune de Coléoptères; 3 espèces de Chrysomélides, 1 Elatéride, 1 Tenebrionien, 6 Carabiens dont 2 larves, 2 Cucurlioniens, un grand nombre d'individus ont été récoltés par un élève du collège. Les circonstances de la congélation de ces individus prouvent que dans ce cas les coléoptères ne proviennent pas d'éclosion hâtive ni de vols apportés par les vents, ne proviennent pas de transport par la rivière qui nourrit l'étang, mais qu'ils habitaient dans le sol, ont été surpris par l'envahissement de l'eau et ont été saisis par la glace.

M. Forel a reçu de M. J. Epper, ingénieur au bureau hydrométrique fédéral quelques données intéressantes sur les *effets de la correction des eaux du Jura*. Cette correction a été terminée en 1877 pour le lac de Morat et pour ce lac les

effets se résument dans les chiffres suivants : la hauteur des eaux étant rapportée à un plan de base à l'altitude de 430.0 m. (R. P. N. — 376,86 m.)

	Avant la correction	Depuis la correction
Maximums extraordinaires	6.44 m.	4.75 m.
Moyenne des maximums	—	3.64
Moyenne générale	5.01	2.54
Moyenne des minimums	—	1.91
Minimums extraordinaires	4.22	1.64

La différence entre les moyennes générales indique comme effet de la correction un abaissement de niveau de 2.47 m.

La superficie du lac de Morat était avant la correction évaluée à 27,4 km²; depuis la correction il n'est plus que 22,9 km².

M. Forel a reçu de M. Epper les détails suivants sur le *tunnel d'évacuation des eaux du lac Märjelen*, sur les flancs du glacier d'Aletsch. Cette galerie terminée en 1895 dirige le trop plein des eaux du lac dans le vallon de Fiesch, et diminue le volume des eaux qui s'écoulent dans le ravin de le Massa, lors des évacuations extraordinaires du lac sous le corps du glacier d'Aletsch.

La galerie mesure 583,2 m. de longueur, 1,2 m. de largeur, 1,85 de hauteur.

Le niveau maximal du lac corrigé est de 11,2 m. plus bas que le même niveau avant la construction de la galerie.

Avant la galerie le volume total du lac était évalué à 10,300,000 m³; dorénavant il ne dépassera pas 4,000,000 m³ la différence plus de 6 millions de mètres cubes est l'effet favorable dû â la correction.

M. Forel a mesuré la *durée des vagues de la bise du 10 janvier 1896* à Genève, à 3 h. de l'après-midi, et l'a trouvée de 5 secondes. D'après cette durée les dimensions de ces vagues en plein lac devaient être :

Longueur d'une crête à l'autre 39 mètres

Vitesse de progression 7,8 mètres à la seconde.

Les vagues les plus grandes mesurées jusqu'à présent par M. Forel étaient celles de l'ouragan du 20 février 1889 à 10 h. du soir à Morges ; elles avaient une durée de 4,7 secondes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 12 mars 1896.

P.-A. Guye et C. Jordan. Etudes polarimétriques. — F. Reverdin. Dérivés iodés de l'anisol. — C. Græbe et F. Ullmann. Ortho-oxybenzophénone.

M. le prof. Guye rend compte de recherches qu'il a entreprises avec M. C. Jordan sur la *dispersion rotatoire.* Ces recherches ont conduit jusqu'à présent aux résultats suivants :

1° Les corps actifs liquides ne présentant pas le phénomène de la polymérisation moléculaire ont une dispersion normale ; les pouvoirs rotatoires ont le même signe dans toute l'étendue du spectre ; ils vont en croissant, en valeurs absolues, du rouge au violet.

2° Les mélanges de corps actifs droits et gauches donnent lieu aux phénomènes qui ont été décrits jusqu'à présent sous le nom de *dispersion rotatoire anormale ;* on peut obtenir ainsi à volonté des mélanges qui sont dextrogyres dans une partie du spectre et lévogyres dans l'autre, ou bien des mélanges qui présentent le même signe optique dans toute l'étendue du spectre, avec ou sans valeur maximum de la déviation polarimétrique.

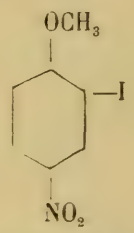
3° Le tartrate d'éthyle se comporte, au point de vue de la dispersion rotatoire, comme un mélange de deux corps, l'un dextrogyre, l'autre lévogyre, ce dernier se décomposant sous l'action de la chaleur et se reformant à basse température ou sous l'action des dissolvants polymérisants comme le benzène et le bromure d'éthylène.

M. F. Reverdin parle de quelques *dérivés iodés de l'anisol* qu'il a eu l'occasion de préparer et qui ont été étudiés au point de vue physiologique par M. le Dr Heinz, ainsi que par MM. les Drs Curchod et Dupraz.

L'*o-iodanisol*, obtenu par décomposition du dérivé diazoïque de l'o-anisidine au moyen de l'iodure de potassium, est un liquide de densité 1,8 à 20°, bouillant à 239-240°, sous 730 mm. de pression.

Le *p-iodanisol*, préparé de même en partant de la p-anisidine, est en cristaux blancs, fusibles à 51-52° ; il distille à 237° sous 726 mm. de pression.

Ces deux isomères ont fourni, par nitration en présence d'acide acétique et comme produit principal, un *iodonitranisol* qui paraît être identique dans les deux cas et qui, d'après les recherches de l'auteur, posséderait la constitution suivante :



Il faudrait donc admettre, lors de la nitration du p-iodanisol, une migration de l'atome d'iode. Ce dérivé cristallise en belles aiguilles blanches, fusibles à 95-96° ; l'amine qu'il donne par réduction fond à 74-75°, son dérivé acétylé à 152-153°, sa thio-urée à 194-195°, le di-iodanisol correspondant à 68-69°.

Les picrates des bases préparées par réduction des dérivés iodonitrés obtenus soit avec l'ortho-, soit avec le para-iodanisol, ont été examinés au point de vue cristallographique et optique par M. F. Pearce, qui les a trouvés identiques.

M. F. Ullmann s'est occupé, en collaboration avec M. le prof. Graebe, de la *préparation de l'o-oxybenzophénone.*

La diazotation de l'o-aminobenzophénone ne fournit

qu'une faible quantité de ce corps ; le produit principal de la réaction est la fluorénone.

On obtient, en revanche, très facilement l'o-oxybenzophénone en traitant le chlorure de l'acide méthylsalicylique, CH_3O (1) — C_6H_4 — (2) COCl, par le benzène et le chlorure d'aluminium. Au lieu de l'éther $CH_3O—C_6H_4—CO—C_6H_5$, il se forme alors, par élimination du groupe méthyle, l'oxybenzophénone elle-même, $OH—C_6H_4—CO—C_6H_5$. Celle-ci est identique au corps que M. Heiber a obtenu en faisant agir le phénylchloroforme sur le phénol, ainsi qu'au produit de diazotation de l'o-aminobenzophénone.

Les auteurs ont simplifié la préparation de l'acide méthylsalicylique ; au lieu de traiter le sel sodique du salicylate de méthyle par l'iodure de méthyle en tubes scellés, il suffit de le chauffer dans une cornue avec du méthylsulfate de soude ; le méthylsalicylate de méthyle distille ; on le traite d'abord par la soude étendue pour lui enlever une petite quantité de salicylate de méthyle, puis on le saponifie.

Séance du 21 mai.

R. Pictet. Les phénomènes chimiques aux basses températures.

M. le prof. Raoul Pictet expose une *hypothèse pour l'interprétation des phénomènes physiques et chimiques.* Ce sujet ayant déjà été traité par l'auteur, avec tous les développements qu'il comporte, dans un mémoire publié dans les *Archives* [1], nous ne pouvons mieux faire que d'y renvoyer le lecteur. Rappelons cependant qu'il résulte de cette hypothèse que pour tous les corps chimiques susceptibles de réagir l'un sur l'autre il doit exister une température limite au-dessous de laquelle aucune combinaison ne peut plus avoir lieu entre eux sans l'apport d'une énergie extérieure.

C'est en effet ce que l'expérience vient confirmer ; les observations fort nombreuses de M. Pictet ont conduit à ce résultat remarquable, qu'au-dessous de —155° aucune réac-

[1] *Archives* XXVIII, 397, 517 et XXIX, 5.

tion chimique ne peut plus se produire spontanément, quelle que soit la nature des corps mis en présence. Il serait d'un grand intérêt pour la chimie de déterminer les températures limites de combinaison des différents corps.

M. Pictet termine par quelques expériences; il montre, en particulier, qu'un morceau de sodium, plongé dans de l'acide chlorhydrique préalablement refroidi au-dessous de —62°, ne subit aucune attaque; si on laisse la température s'élever, la réaction s'établit lentement, mais, chose curieuse, la tige de fer à laquelle est fixé le morceau de sodium est attaquée par l'acide avant le sodium lui-même.

A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MAI 1896

Le 1er, forte bise depuis 10 h. du matin; neige sur le Salève.
2, très forte bise le matin; elle diminue d'intensité jusqu'au soir.
3, forte bise le matin; elle augmente d'intensité jusqu'au soir.
4, assez forte bise pendant tout le jour.
5, la neige a disparu du Salève.
7, rosée le matin; assez forte bise à 4 h. du soir.
9, assez forte bise de 4 h. à 9 h. du soir.
10, assez forte bise à 4 h. du soir; à la même heure tonnerres au SE.
12, assez forte bise de 4 h. à 7 h. du soir.
13, assez forte bise de 1 h. à 9 h. du soir.
14, assez forte bise à 10 h. du matin.
16, fort vent du NNW. de 1 h. à 4 h. du soir; assez forte bise à 7 h. du soir.
17, forte bise pendant tout le jour.
20, orage de 3 h. 5 m. à 3 h. 40 m. du soir; il se dirige du SW. au SE.
21, assez forte bise de 1 h. à 4 h. du soir; nouvelle neige sur toutes les montagnes environnantes.
22, assez forte bise le matin.
23, la neige a disparu du Salève.
24, assez forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.
25, assez forte bise de 1 h. à 4 h. du soir.
28, éclairs au NNE. à 9 h. du soir.
29, éclairs au N. et à l'E. à 9 h. du soir.
30, assez forte bise à 4 h. du soir; éclairs au NE. à 8 h. $^1/_2$ du soir.
31, assez forte bise à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 5 à 9 h. matin	729,21	Le 1er à 2 h. soir	721,03
11 à 9 h. matin	730,42	9 à 6 h. soir	723,00
15 à 8 h. matin	728,40	13 à 4 h. soir	726,39
18 à 10 h. matin	728,59	16 à 2 h. soir	724,33
25 à 8 h. matin	729,83	22 à 4 h. matin	722,32
		30 à 3 h. soir	721,79

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM.	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY * M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SAFIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	21.0	17.4	21.8	21.5	15.0	18.5	14.0	11.6

* L'eau récoltée à Jussy pendant le mois d'avril s'élève à 73mm,0

GENÈVE. — MAI 1896.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	721,68	— 3,27	721,03	722,63	+ 6,79	— 4,27	+ 4,3	+ 8,9	827	+133	680	970	2,8	8	NNE. 3	12,5	1,00	....	.....	83,0
2	723,47	— 1,51	722,19	725,04	+ 6,89	— 4,32	+ 4,7	+ 9,0	745	+ 50	610	960	...	...	NNE. 3	17,1	0,98	7,2	— 3,0	86,2
3	725,56	+ 0,54	724,55	727,41	+ 8,02	— 3,33	+ 6,7	+10,7	675	— 20	550	760	...	...	NNE. 3	18,3	0,88	....	.....	87,0
4	727,38	+ 2,32	726,77	728,58	+ 8,66	— 2,83	+ 6,1	+12,4	679	— 16	540	760	...	...	NNE. 2	14,8	0,63	11,0	+ 0,6	87,0
5	728,05	+ 2,95	727,02	729,21	+ 8,46	— 3,18	+ 5,2	+12,6	706	+ 11	580	790	...	...	NNE. 1	5,6	0,98	11,2	+ 0,7	85,0
6	727,68	+ 2,54	727,04	728,39	+10,77	— 1,01	+ 6,7	+15,3	651	— 45	500	790	...	...	N. 0	2,7	0,57	8,9	— 1,8	85,5
7	726,80	+ 1,62	724,95	728,18	+11,74	— 0,19	+ 5,2	+16,9	636	— 60	460	810	...	...	NNE. 1	5,8	0,08	9,1	— 1,7	86,0
8	724,77	— 0,45	723,31	725,91	+11,06	— 1,01	+ 9,1	+16,0	715	+ 19	560	790	...	...	N. 1	4,0	0,88	9,0	— 1,9	86,7
9	724,40	— 0,86	723,00	725,50	+11,32	— 0,89	+ 6,5	+16,0	628	— 69	470	790	...	...	NNE. 1	5,4	0,22	11,0	0,0	87,0
10	726,34	+ 1,03	725,18	728,01	+10,44	— 1,92	+ 4,4	+16,8	584	—113	530	640	...	...	N. 1	2,5	0,20	....	.....	88,0
11	729,32	+ 3,97	728,40	730,42	+12,90	+ 0,40	+ 5,2	+20,0	549	—148	270	750	...	...	N. 1	2,3	0,03	11,6	+ 0,4	89,0
12	728,95	+ 3,56	727,70	729,87	+13,74	+ 1,10	+ 6,7	+20,4	569	—129	450	740	...	...	N. 1	3,5	0,03	11,6	+ 0,2	89,0
13	727,64	+ 2,20	726,39	728,69	+15,24	+ 2,46	+ 8,9	+22,2	487	—211	130	710	...	...	NNE. 2	5,8	0,08	11,8	+ 0,3	90,2
14	727,48	+ 2,00	726,61	727,90	+13,71	+ 0,79	+ 8,8	+19,2	528	—171	310	710	...	...	NNE. 1	4,6	0,05	11,8	+ 0,2	92,5
15	727,43	+ 1,90	725,90	728,40	+14,41	+ 1,34	+ 6,5	+21,0	489	—210	260	660	...	...	N. 1	1,7	0,25	12,2	+ 0,5	92,4
16	725,57	0,00	724,33	726,40	+13,02	— 0,19	+ 8,9	+18,8	530	—170	320	710	...	...	var.	6,3	0,55	12,5	+ 0,7	94,0
17	725,90	+ 0,28	725,22	726,82	+10,69	— 2,66	+ 7,0	+14,1	591	—109	490	680	...	...	NNE. 3	12,9	0,13	....	.....	96,0
18	727,90	+ 2,24	727,06	728,59	+11,71	— 1,78	+ 6,1	+17,0	611	— 89	390	770	...	...	NNE. 1	4,8	0,07	12,5	+ 0,4	98,0
19	726,86	+ 1,15	725,40	728,15	+14,79	+ 1,17	+ 5,8	+22,1	529	—172	330	720	...	...	var.	1,9	0,28	12,8	+ 0,6	98,7
20	724,22	— 1,53	722,98	725,22	+12,01	— 1,75	+ 8,9	+17,0	771	+ 70	630	980	4,9	6	SSW. 1	2,1	0,95	12,2	— 0,1	100,0
21	723,41	— 2,39	722,85	724,00	+ 8,22	— 5,68	+ 5,0	+12,6	737	+ 35	530	980	2,0	2	N. 1	7,5	0,83	....	.....	102,0
22	723,55	— 2,29	722,32	725,53	+ 6,82	— 7,21	+ 4,2	+ 9,3	846	+144	760	950	2,4	3	NNE. 1	8,3	1,00	12,0	— 0,5	103,5
23	725,71	— 0,18	724,97	726,48	+ 9,59	— 4,58	+ 6,5	+13,1	735	+ 33	590	880	...	...	NNE. 1	6,3	0,95	12,0	— 0,6	103,7
24	727,74	+ 1,81	725,83	729,40	+10,78	— 3,52	+ 9,3	+14,0	764	+ 61	630	840	0,0	...	N. 1	8,1	0,98	....	.....	105,0
25	728,81	+ 2,83	727,68	729,83	+12,20	— 2,24	+ 8,5	+15,7	712	+ 9	600	820	...	...	NNE. 1	5,6	0,50	12,4	— 0,5	104,5
26	727,24	+ 1,22	726,40	728,47	+12,49	— 2,08	+ 9,3	+16,3	748	+ 45	620	810	...	...	NNE. 1	3,8	0,97	12,4	— 0,6	106,6
27	726,42	+ 0,35	726,06	726,75	+13,12	— 1,28	+ 9,7	+17,5	760	+ 56	470	870	2,9	1	N. 0	1,2	0,68	12,5	— 0,6	105,5
28	725,20	— 0,91	722,95	726,96	+15,72	+ 0,89	+ 8,0	+24,3	667	— 37	390	870	...	...	N. 1	2,3	0,62	11,8	— 1,4	106,5
29	723,54	— 2,62	722,19	724,57	+16,73	+ 1,77	+10,7	+22,9	593	—111	350	790	...	...	N. 1	2,9	0,57	12,1	— 1,3	108,0
30	722,97	— 3,23	721,79	723,98	+15,68	+ 0,59	+10,4	+21,9	684	— 20	500	780	...	...	NNE. 1	5,0	0,67	12,8	— 0,7	110,0
31	725,96	— 0,29	724,11	726,76	+15,09	— 0,12	+12,5	+19,3	729	+ 25	620	810	...	...	NNE. 1	4,0	0,67	....	.....	112,0
Mois	726,06	+ 0,82			+11,71	— 1,49			660	— 44						6,12	0,56	11,43	—0,29	95,76

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1896

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,50	725,48	725,90	725,96	725,60	725,12	725,34	726,01
2e »	727,39	727,35	727,81	727,72	727,01	726,41	726,42	726,90
3e »	725,44	725,33	725,76	725,77	725,37	725,15	725,40	725,81
Mois	726,09	726,03	726,47	726,46	725,97	725,55	725,71	726,23

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 7,54	+ 6,51	+ 8,10	+ 9,96	+ 11,76	+ 12,11	+ 10,52	+ 8,81
2e »	+ 9,65	+ 7,55	+ 11,26	+ 14,51	+ 17,58	+ 17,54	+ 15,10	+ 12,60
3e »	+ 10,07	+ 9,11	+ 11,47	+ 13,39	+ 15,33	+ 15,04	+ 13,30	+ 11,75
Mois	+ 9,12	+ 7,77	+ 10,32	+ 12,64	+ 14,90	+ 14,90	+ 12,98	+ 11,08

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	767	779	729	643	602	597	639	721
2e »	644	695	686	580	406	393	517	602
3e »	786	812	772	697	602	669	684	778
Mois	734	764	730	642	539	557	615	703

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		klil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 5,89	+ 13,46	+ 9,63	0,64	8,87	2,8	86,14
2e »	+ 7,28	+ 19,18	+ 12,11	0,24	4,59	4,9	93,98
3e »	+ 8,55	+ 16,99	+ 12,25	0,77	5,00	7,3	106,12
Mois	+ 7,28	+ 16,56	+ 11,43	0,56	6,12	15,0	95,76

Dans ce mois l'air a été calme 20,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 50,75 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 16°,5 E. et son intensité est égale à 109,7 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1896.

Le 1er. brouillard jusqu'à 4 h. du soir, puis neige.
2, neige jusqu'à 7 h. du matin, puis brouillard; forte bise pendant tout le jour.
3, brouillard pendant tout le jour; forte bise jusqu'à 7 h. du matin.
4, brouillard depuis 4 h. du soir.
5, brouillard à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; légère neige à 1 h. du soir.
6, neige le matin; brouillard depuis 7 h. du soir.
8, légère neige à 1 h. du soir.
9, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
10, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et à 1 h. du soir; légère neige à 4 h. du soir.
13, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
16, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
18, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
20, brouillard de 1 h. à 7 h. du soir.
21, neige jusqu'à 7 h du matin et de 1 h. à 4 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; forte bise depuis 1 h. du soir.
22, forte bise jusqu'à 7 h. du matin; brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir; légère neige à 10 h. du matin.
23, brouillard depuis 1 h. du soir; forte bise à 4 h. du soir.
24, brouillard pendant tout le jour.
26, neige depuis 1 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du soir.
27, légère neige le matin; brouillard à 1 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du soir.
28, légère pluie à 1 h. du soir.
29, légère pluie à 7 h. du soir.
31, pluie depuis 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 7 à minuit	565,43	Le 1er à 6 h. soir	555,90
12 à minuit	568,72	9 à 6 h. matin	562,15
14 à 10 h. soir	566,38	14 à 6 h. matin	564,23
19 à minuit	567,50	17 à 5 h. matin	561,20
25 à 11 h. soir	566,50	22 à 6 h. matin	555,97
28 à minuit	567,70	26 à 11 h. matin	565,12
31 à 11 h. soir	567,00	30 à 6 h. matin	563,57

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	556.66	— 6.06	555,90	558.37	— 6.35	— 4.92	— 7,4	— 2,4	50	20,0	....	NE.	1	1,00
2	557.44	— 5,38	556.15	559,03	— 7.33	— 6.05	— 8,4	— 3,0	40	8,0	....	NE.	2	1.00
3	560.17	— 2,75	558,68	562.03	— 5.98	— 4,84	— 8,2	— 1,4	.....	.....	....	NE.	1	1.00
4	562.50	— 0.52	561.97	563.65	— 3,36	— 2.36	— 7,0	+ 0.5	.....	.....	....	NE.	1	0,63
5	563.65	+ 0.54	563.33	563.92	— 0.81	+ 0.05	— 4,4	+ 3.8	.....	.....	....	NE.	1	0.88
6	564.32	+ 1,12	563.05	565.30	0.00	+ 0.72	— 3,4	+ 5,5	.....	22,0	....	NE.	1	0.85
7	564.62	+ 1,32	563.90	565.43	+ 0.64	+ 1.22	— 4,1	+ 5.7	.....	.....	....	NE.	1	0.17
8	562.59	— 0.81	562.17	563.80	+ 0.90	+ 1.34	— 2,5	+ 5.4	.....	.....	....	NE.	1	0.53
9	562.45	— 1,05	562.15	562.88	— 0.48	— 0,18	— 4,6	+ 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0.43
10	564.23	+ 0.63	562.70	566.35	— 2,48	— 2,32	— 4,0	+ 0,9	.....	.....	....	var.		0.65
11	567.75	+ 4.06	566.70	568.65	+ 2 04	+ 2,06	— 5,2	+ 8,3	.....	.....	....	NE.	1	0.07
12	568.16	+ 4,37	567.97	568.72	+ 2,89	+ 2.77	— 1.2	+ 7,4	.....	.....	....	NE.	1	0.20
13	566.37	+ 2,48	565.65	567.35	+ 1.35	+ 1.09	— 1,3	+ 6.7	.....	.....	....	NE.	1	0.38
14	565.29	+ 1,30	564.23	566.38	+ 0,22	— 0,18	— 2,3	+ 4.9	.....	.....	....	NE.	1	0.07
15	566.16	+ 2.07	565.87	566.37	+ 1.27	+ 0.74	— 2,5	+ 4.8	.....	.....	....	NE.	1	0.27
16	563.09	— 1,09	561.48	566.03	— 2.88	— 3.54	— 5,6	+ 1,3	.....	.....	....	NE.	1	0.88
17	562.13	— 2.15	561.20	563.97	— 3.40	— 4.20	— 7,3	+ 2,4	.....	.....	....	NE.	1	0.28
18	565.75	+ 1.37	564.10	567.38	+ 0.85	— 0,08	— 5,0	+ 6,0	.....	.....	....	var.		0.32
19	566.58	+ 2.10	566 07	567.50	+ 3.09	+ 2,03	— 2,0	+ 9.0	.....	.....	....	NE.	1	0.03
20	563.29	— 1,28	561,25	565.95	— 0.51	— 1.70	— 2,4	+ 4.8	.....	.....	....	NE.	1	0.65
21	557.64	— 7,02	556.27	560.85	— 8,20	— 9.52	— 9,2	— 2.3	100	4,0	....	NE.	2	1,00
22	557.60	— 7,16	555.97	560.05	— 7.10	— 8.55	— 9.4	— 3,9	60	3,5	....	NE.	1	1.00
23	561.03	— 3.83	560.10	562.12	— 4,86	— 6.44	— 8,5	+ 0,7	.....	.....	....	NE.	1	0.83
24	563.72	— 1.23	561.97	565.70	— 3.31	— 5.02	— 5,7	+ 1.6	.....	.....	....	NE.	1	1.00
25	565.93	+ 0,89	565.35	566.50	+ 0,37	— 1.46	— 4,9	+ 5,3	.....	.....	....	NE.	1	0.48
26	565.63	+ 0,50	565.12	566.47	+ 1.57	— 0.38	— 1,0	+ 6,1	60	19,6	....	SW.	1	0.72
27	566.28	+ 1 05	565.15	567.50	+ 1,24	— 0.83	— 1,3	+ 4,2	.....	.....	....	SW.	1	0,75
28	566,74	+ 1.42	565.98	567.70	+ 2.89	+ 0.70	+ 0,2	+ 6,3	.....	.....	....	SW.	1	0.50
29	564.86	— 0,55	564.03	566.15	+ 4,34	+ 2.03	+ 1,3	+ 9,2	.....	.....	....	NE.	1	0.42
30	563 97	— 1,53	563 57	564.75	+ 3,62	+ 1.19	+ 0,6	+ 8.8	.....	.....	....	NE.	1	0.43
31	565.99	+ 0,40	564.58	567.00	+ 4.89	+ 2,34	+ 2.0	+10.0	.....	16.5	....	var.		0.70
Mois	563.63	— 0,21			— 0,80	— 1.31								0,58

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1896.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	561,76	561,35	561,46	561,78	561,97	561,95	562,12	562,52
2e » ...	565,88	565,45	565,31	565,45	565,39	565,25	565,40	565,54
3e » ...	563,54	563,13	563,19	563,40	563,60	563,70	563,94	564,14
Mois	563,72	563,31	563,32	563,54	563,65	563,64	563,83	564,07

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 3,60	— 0,62	+ 0,71	— 0,18	— 2,84	— 3,91
2e » ...	— 1,18	+ 2,81	+ 3,97	+ 3,12	+ 0,25	— 1,31
3e » ...	— 0,60	+ 1,60	+ 2,25	+ 1,01	— 0,42	— 1,63
Mois	— 1,75	+ 1,27	+ 2,31	+ 1,31	— 0,98	— 2,26

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	°	°		mm	mm
1re décade...	— 5,40	+ 2,00	0,71	50,0	90
2e » ...	— 3,48	+ 5,56	0,31	. . .	....
3e » ...	— 3,26	+ 4,18	0,71	43,6	220
Mois	— 4,02	+ 3,92	0,59	93,6	310

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 5,06 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 72,0 sur 100.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3*a*.

Fig. 3*b*.

Fig. 5.

Fig. 4*a*. 4*b*. 4*c*. 4*d*. 4*e*.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME PREMIER

(4me PÉRIODE)

1896. — Nos 1 à 6.

Pages

Notre centenaire 5

Sur la marche comparative des températures dans le bouleau, le sapin et le pin, par *W. Louguinine* (avec planches I, II et III) 9

Alliages colorés d'aluminium, par *Charles Margot*. 34

Sur quelques produits de substitution des carbonates et des phosphates d'α et de β naphtyle et sur la préparation du chloronaphtol $C^{10}H^{6}OHCl$ 1.4 et du bromonaphtol $C^{10}H^{6}OHBr$ 1.4., par *Frédéric Reverdin* et *Auguste Kauffmann* 39

Étude sur la dissymétrie moléculaire (2e mémoire); recherches sur le pouvoir rotatoire des corps actifs homologues, par *Ph.-A. Guye* et *L. Chavanne* 54

Idem (suite et fin) 121

Sur une nouvelle espèce de rayons, par *W.-C. Rœntgen* 97

Observations sur la formation des rayons Rœntgen, par *Henri Dufour* 111

Note sur les hauteurs diurnes du lac Léman en 1895, par *Ph. Plantamour* 118

Sur le rôle des courants de convection calorifique

Pages

dans le phénomène de l'illumination des eaux limpides, par *W. Spring* 201
Sur l'opacité du charbon, par *Ch. Dufour* 220
Études de biologie florale dans les Alpes occidentales, par *John Briquet* 234
Idem (suite et fin, avec les planches IV, V et VI). 332
Sur l'aimantation de l'acier par les décharges oscillantes de la bouteille de Leyde, par *Henri Veillon* 305
Idem (suite et fin) 409
Sur quelques dérivés iodés de l'anisol et sur un cas de migration de l'atome d'iode, par *Frédéric Reverdin* 317
Sur une nouvelle espèce de rayons, par le Dr *W.-C. Rœntgen* (2e communication) 401
Cuivrage de l'aluminium, par *F. Neesen* 428
Remarques sur le cuivrage galvanique de l'aluminium, par *Charles Margot* 432
Sur la couleur des alcools comparée à la couleur de l'eau, par *W. Spring* 434
Résumé météorologique de l'année 1895 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par *A. Kammermann* 444
Idem (suite et fin) 522
Sur les rayons cathodiques sous l'action de forces magnétiques intenses, par *Kr. Birkeland* (avec la planche VII) 497
Nouvelles observations sur les actions électriques des rayons Rœntgen, par *Henri Dufour* 513
Le rôle des médecins genevois dans la vulgarisation de la vaccination, par le prof. *Ad. d'Espine* . . . 552

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Pages

Observations diverses relatives aux rayons Rœntgen.. 159
G. Le Bon. La lumière noire..... 163
G.-H. Niewenslowski. Observation à propos de la note récente de M. Le Bon..... 163
G. Foussereau. Leçons de physique à l'usage des élèves de la classe de mathématiques spéciales, etc..... 364
C.-E. Guillaume. Les radiations nouvelles, les rayons X et la photographie à travers les corps opaques..... 467

CHIMIE

Louis Perrot. Dissociation du chlorure de zinc par l'eau..... 77
A. Werner et *H. Buss.* Observations sur les éthers benzyliques des oximes..... 77
A. Werner et *F. Bial.* Sur l'acide hydroxylamine-isobutirique..... 78
Roland Scholl et *G. Born.* Action de l'hypoazotide sur les cétoxymes..... 79
St. de Kostanecki et *J. Tambor.* Constitution de la fisétine..... 79
Eug. Bamberger. Sur la théorie des combinaisons diazoïques..... 263
Le même. Manifestations isomériques dans le groupe des composés azoïques..... 264
Eug. Bamberger et *Alfred Kirpal.* Nitration des bases de la série grasse..... 264
Eug. Bamberger. Sur la constitution des hydrates isodiazoïques..... 265
C. Jagerspacher. Sur les dérivés formazyliques..... 265
Eug. Bamberger. Sur la nouvelle considération de Hantzsch des combinaisons diazohalogénées..... 266
E. Winterstein. Sur deux hydrates de carbone extraits des champignons polypores..... 266

Pages

Franz Feist et *Hans Belart*. Contribution à l'étude de la diacétylacétone..... 267
L.-P. Liechti. Ammoniaque dans les bouchons de liège 267
Prianischnikow. Processus de la germination de la vicia sativa..... 267
E. Schulze. Des combinaisons azotées des parties vertes et jeunes de la vicia sativa..... 268
E. Winterstein. Des combinaisons que renferment les membranes des champignons et de quelques cryptogames..... 268
St. von Kostanecki et *J. Tambor*. Sur l'α-cumaryle-phénylcétone..... 365
A. Cornelson et *St. von Kostanecki*. Action des aldéhydes sur les cétones..... 366
St. von Kostanecki et *E. Oppelt*. Sur quelques dérivés de la 2-oxybenzalacétophénone..... 367
Analyses des savons, du lait, thé, café et eau d'alimenmentation..... 369
Léon Lefèvre. Traité des matières colorantes organiques artificielles, de leur préparation industrielle et de leurs applications..... 369
H. Bablich et *St. de Kostanecki*. Sur les oxybenzalacétophénones..... 468
A. Bischler et *H.-P. Muntendam*. Dérivés de la phenmiazine..... 468
G.-W.-A. Kahlbaum. Obtient-on par la méthode dynamique les points d'ébullition normaux, ou bien des points d'ébullition correspondants à des liquides surchauffés..... 469
E.-A. Schneider. Détermination de petites quantités de cyanate de potassium dans le cyanure de potassium. 469
Eug. Bamberger et *Edm. Renault*. Nouvelle méthode de préparer le diazométhane..... 469
Eug. Bamberger et *Fr. Meinberg*. Observations sur les matières colorantes..... 470
R. Nietzki. Sur les dérivés amidés de la diphénylamine et leurs relations avec les indamines et les azines... 470
Eug. Bamberger. Sur l'acide isocoumarine carbonique 472

Pages

E. Drechsel. De la préparation de la lysine..... 472
Franz Feist et *Hugo Arnstein.* Homologues aromatiques de l'éthylènediamine..... 472
G. Lunge. Analyse colorimétrique du fer..... 472
G. Born. Pseudonitrols et dialkylnitrométhane..... 473
Roland Scholl et *Karl Landsteiner.* Cétoximes obtenues par la réduction des pseudonitrols..... 473
Eug. Bamberger. Action du nitrosobenzène sur les combinaisons amidées..... 474
Karl Kippenberger. Recherche des alcaloïdes et des glucosides dans les analyses légales de cadavres..... 474
F. Kehrmann et *M. Tikhwinsky.* Nitrotoluhydroquinone 572
E. Böhm. Sur deux formes différentes de la diacéthylthymoquinone-dioxime..... 572
A. Philips. Sur l'acide aminoquinoxaline-carbonique.. 573

ZOOLOGIE

Paslo Lioy. Ditteri italiani..... 163
Leopoldo Maggi. Tecnica protistologica..... 164

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Séance du 19 décembre 1895.— Sulzer. Particularités de la vision binoculaire. — J. Briquet. Nouvel hybride, Bupleurum Guineti. — A. Brun. Observations sur les chaux hydrauliques..... 81
Séance du 9 janvier 1896. — Dr Prevost. Action pharmacologique de la coroniline..... 82
Séance du 23 janvier. — R. Gautier. Rapport annuel. — Ed. Sarasin. Rayons Rœntgen..... 269
Séance du 6 février. Schiff. Études sur l'influence des nerfs sur la digestion stomacale. — Preudhomme de Borre. Pyrrhocoris marginatus. — C.-E. Guye. Capacité des lignes électriques. — J. Briquet. Modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des menthes. — C. Soret. Expériences sur les rayons Rœntgen. — C. de Candolle. Neuvième volume du prodromus.. 269
Séance du 20 février. — V. Fatio. Quelques nouveautés relatives au genre Corégone en Suisse. — Briquet. Anatomie comparée de plusieurs groupes de Cramo-pétales. — Rilliet. Décharges des corps électrisés à l'aide des rayons Rœntgen. — Hochreutiner. Contribu-

Pages

tion à l'étude des acacias phyllodinés. — Soret. Photographies avec les rayons Rœntgen.— Van Berchem et Le Royer. Photographies avec les rayons Rœntgen..... 275

Séance du 5 mars. — Chodat. Influence de la lumière dans le développement des sporanges et des conidies chez les Mucédinées. — Chodat. Nouvelles recherches sur l'Oscillatoria rubescens. — Briquet. Cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus Bulbosus. — Th. Lullin. Photographies de la veine liquide brisée. — Soret. Photographies par les rayons Rœntgen..... 281

Séance du 19 mars. — Th. Flournoy. Types de réaction simple. — Ph. Guye et Jordan. Nouvelles recherches sur la dispersion rotatoire. — Ph. Guye et Goudet. Superposition des effets optiques dans une même molécule active. — Ph. Guye et Guerschgorine. Pouvoirs rotatoires des corps isomères.— Ph. Guye et I. Welt. Déviations polarimétriques et indice de réfraction de diverses solutions de corps actifs. — L. Duparc. Diagnoses de quelques roches. — M. Tswett. L'emploi des permanganates dans la microtechnique..... 475

Séance du 2 avril. — R. Chodat. Évolution des Cœlastrum..... 483

Séance du 16 avril. Th. Lullin. Photographies de monnaies par l'étincelle. — C. Soret. Particularité remarquable présentée par une épreuve radiographique. — A. Delebecque. Ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires. — L. Duparc. Roches éruptives de la chaîne de Belledonne. — C. Schépiloff. Moyen économique de se préserver de l'humidité des sous-sols..... 484

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

Séance du 14 novembre 1895. — C. Græbe et P. Schestakow. Constitution de la chrysocétone et du chrysène. — F. Reverdin, H. Kauffmann et de Vos. Dérivés des carbonates et des phosphates de naphtyle..... 84

Séance du 18 décembre. — P.-A. Guye. L'argon. — C. Græbe et M. Leonhardt. Dérivés de l'acide hémimellique. — O. Hinsberg et P. Koller. Réactions des orthodiamines aromatiques avec les aldéhydes..... 86

Séance du 16 janvier 1896. — P. Binet. Toxicologie comparée des phénols. — F. Kehrmann. Constitution et nomenclature des indulines. — O. Hinsberg. Considérations sur le groupe azoïque.... 289

Séance du 13 février. — C. Margot. Sur quelques propriétés de l'aluminium. — E. Ackermann. Dosage du résidu sec du lait, du vin, de la bière, etc. — O. Hinsberg. Quinoxalinophénazine..... 294

Pages

Séance du 12 mars. — Ph.-A. Guye et C. Jordan. Études polarimétriques. — F. Reverdin. Dérivés de l'anisol. — C. Græbe et F. Ullmann. Orthooxybenzophénone..... 581

Séance du 21 mai. — R. Pictet. Les phénomènes chimiques aux basses températures..... 533

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Séance du 6 novembre 1895. — F.-A. Forel. La catastrophe de l'Altels et la prévision des catastrophes glaciaires. — H. Dufour. La recoloration des Alpes après le coucher du soleil..... 165

Séance du 20 novembre. — Douxami. Etude sur le bassin mollassique de Ste-Croix. — Dr Kunz-Krause. Formation d'acide prussique par l'action à froid de l'acide nitreux sur les acides organiques non saturés. — Jules Amann. Recherches sur le bacille de la diphtérie — Henri Mœhlenbruck. Réducteur de potentiel. — S. Bieler. La fausse côte. — Paul Jaccard. Considérations critiques sur les bases du Darwinisme..... 166

Séance du 4 décembre. — Ch. Dufour. Sur la scintillation des étoiles. — Bührer. Le climat du canton de Vaud (1re partie). — F.-A. Forel. Moyens de prévenir un nouvel éboulement de l'Altels. — L. Gauthier. Le tremblement de terre du 1er novembre..... 172

Séance du 18 décembre. — F.-A. Forel. Transparence du Blauseeli. — Bührer. Le climat du canton de Vaud..... 179

Séance du 8 jansier 1896. — Bührer, pharmacien. Le climat du canton de Vaud. — Paul Jaccard. Trois cas de tératologie végétale. — H. Dufour et Bührer. Observations actinométriques en 1895. — Guillemin, ingénieur. Produits dégagés par les poêles à pétrole. Eau absorbée par le coke..... 371

Séance du 22 janvier. — Henri Dufour. Conférence sur les rayons X. 380

Séance du 5 février. — E. Chuard. Action de la diastase oxydante dans la maladie des vins cassés. — Henri Dufour. Expériences faites au laboratoire de physique de Lausanne sur les rayons X. 381

Séance du 19 février. — Les tremblements de terre observés en 1895 dans le canton de Vaud. — Paul Mercanton. Marmites de géants en paroi verticale..... 574

Séance du 4 mars. — J. Amann. Lois de variations organiques. — F.-A. Forel. Publication de M. de Simony. — Le même. Sur la présence de nombreux coléoptères dans la glace du parc de Morges. — J. Epper. Effets de la correction des eaux du Jura pour le lac de Morat. — Le même. Résultats de la correction du lac de Mærjelen. — Forel. Les plus grandes vagues observées sur le lac Léman..... 577

Compte rendu des séances de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel.

Pages

Séance publique du 28 octobre 1895, au Locle — M. de Tribolet. La vie et les œuvres d'Aug. Jaccard. — Léon Du Pasquier. Avalanche du glacier de l'Altels..... 184

Séance du 7 novembre. — Ed. Cornaz. Renseignements statistiques sur la variole et les vaccinations à Budapest. — L. Rollier. Carte géologique 1 : 25,000 de la chaîne Chaumont-Chasseral. — A. Perrochet. Gentiana campestris L. — R. Chavannes. Sur l'entuffement..... 187

Séance du 21 novembre. — Billeter. Maladies des vins de Neuchâtel 1893. — Arndt. Calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires..... 188

Séance du 5 décembre. — Ed. Elkess. Ruptures de ponts métalliques. — M. Moreillon. Abies pectinata..... 384

Séance du 19 décembre. — S. de Perrot. Rendement périodique de notre vignoble..... 385

Séance du 9 janvier 1896. — L. Isely. La géométrie non euclidienne. 387

Séances des 22 janvier et 13 février. — Weber. Expériences de Rœntgen sur les rayons X..... 391

Séance du 27 février. — G. Borel. Cécité visuelle. — F. Tripet. Section d'un tronc de Glycine. — Léon Du Pasquier. Avalanche de l'Altels..... 391

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

Observations météorologiques pendant le mois de décembre 1895..... 89

Observations météorologiques pendant le mois de janvier 1896..... 193

Observations météorologiques pendant le mois de février 1896..... 297

Observations météorologiques pendant le mois de mars 1896..... 393

Observations météorologiques pendant le mois d'avril 1896..... 489

Observations météorologiques pendant le mois de mai 1896..... 585

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 2698